MARINE BIOLOGICAL LABORATORY.

Received .....

Accession No. .....

Given by .....

Place, ...

***No book or pamphlet is to be removed from the Laboratory without the permission of the Trustees.

Biologisches Centralblatt.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung

von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**
Professoren in München

herausgegeben

von

Dr. J. Rosenthal,
Professor der Physiologie in Erlangen.

Einundzwanzigster Band.

1901.

Mit 170 Abbildungen.

Berlin.
Verlag von Arthur Georgi.
1901.

405

K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn) in Erlangen.

Inhaltsübersicht des einundzwanzigsten Bandes.

O = Original; *R* = Referat.

Seite

Euler, Ueber den Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt der Gewässer *O* 1

Nusbaum, *Dybowscella baicalensis* nov. gen. nov. spec. *O* 6

Häcker, Der Gesang der Vögel, seine anatomischen und biologischen Grundlagen *R* 18

Genkin, Zur Frage über die Wirkung der Neutralsalze auf Flimmerzellen *O* 19

Wasmann, Nervenphysiologie und Tierphysiologie *O* 23

Schönichen, Kalberlah und Eyserth's, Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches *R* 32

Clautriau, La digestion dans les urnes de Nepenthes *R* 33

Voigt, Ueber eine Gallerthaut bei *Asterionella gracillima* Heib. und *Tabellaria fenestrata* Kütz., var. *asterionelloides* Grun. und ihre Beziehung zu der Gallerte der Foraminiferen, Heliozoen und Radiolarien *O* 36

Koninski, Beitrag zur Kenntnis des Trypanosoma sanguinis bei den Batrachiern *R* 40

Imhof, Wassermolluskenfauna der Schweiz, insbesondere der Seen *O* . 43

Chun, Aus den Tiefen des Weltmeeres *R* 62

Kobert, Ueber das mikrokrystallographische Verhalten des Wirbeltierblutes *R* 64

Schmidt-Nielsen, Beitrag zur Biologie der marinen Bakterien *O* . . 65

Plate, Ueber Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprinzips *R* 71

Kathariner, Beobachtungen über die Brutpflege einer Spinne (*Stegodyphus lineatus* Latr.) *O* 72

Rádl, Ueber den Phototropismus einiger Arthropoden *O* 75

Prowazek, Beiträge zur Protoplasmaphysiologie *O* 87, 144

Koning, Der Tabak *R* 95

Albrecht, Die „Ueberwindung des Mechanismus" in der Biologie *O* . 97, 129

Trips, Ueber die Zeichnung und Färbung der Wald- und Schneehühner in ihrer Bedeutung zur Phylogenie und Systematik *R* . . . 106

Seite

Zacharias, Flottierende Synchaeten-Eier *O* 109
Rosenthal, W., Der gegenwärtige Stand der Neuronlehre *R* 111
Steiner, Die Funktionen des Centralnervensystems und ihre Philogenese *R* 125
Plate, Ein moderner Gegner der Descendenzlehre *R* 133, 161
Schmeil, Lehrbuch der Zoologie *R* 155
Goebel, Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und der Samenpflanzen *R* 156
Garten, Beiträge zur Physiologie des elektrischen Organs der Zitterrochen *R* 159
Lauterborn, Der Formenkreis von *Anuraea cochlearis* *R* 172
Rengel, Zur Biologie des *Hydrophilus piceus* *O* 173, 209
Lendenfeld, Planktonuntersuchungen im Großteiche bei Hirschberg *O* 182
Manchot, Ueber freiwillige Oxydation *R* 188
Imhof, Ocelli der Insekten *O* 189
Bachmann, Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen *O* 193, 225
Zschokke, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen *R* 220
Szymonowicz, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers *R* 223
Tischler, Die Bildung der Cellulose *O* 247
Imhof, Antennen der *Odonata* *O* 255
Moll, Die Mutationstheorie *O* 257, 289
Zykoff, Bemerkung über *Dybowscella baicalensis* Nusb. *O* 269
Nusbaum, Noch ein Wort über *Dybowscella baicalensis* mihi *O* . . . 270
Thiele, Ueber die phyletische Entstehung und die Formentwicklung der Molluskenschale *O* 274
Wolff: Grassi, Die Lebensweise des Zwischenwirtes der Malaria *R* . 278
Rosenthal, I., Lehrbuch der allgemeinen Physiologie *R* 287
Korotneff, Faunistische Studien am Baikalsee *O* 305
Friedlaender, Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines „Atlantischen Palolo" und deren Bedeutung für die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf biologische Vorgänge. Zugleich eine Beleuchtung der darwinistischen Betrachtungsweise *O* 312, 352
Sondheim, Wahrnehmungsvermögen einer Libellenlarve *O* 317
Knauthe, Die Karpfenzucht *R* 319
Galeotti, Ueber die Wirkung kolloidaler und elektrolytisch dissoziierter Metalllösungen auf die Zellen *O* 321
v. Wagner, Von den Spielen der Tiere *R* 329
Eimer und Fickert, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schwimmvögeln nach deren Zeichnung dargestellt *R* 336
v. Linden, Untersuchungen über die Färbung und Zeichnung von Athropoden *R* 341
Biedermann, Ueber den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer *O* . 343
Lendenfeld, Eine Bemerkung über Aquariendeckel *O* 366
Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege 368
Haberlandt, Ueber Reizleitung im Pflanzenreich *O* 369
Cohn, Blätter der Erinnerung *R* 379

Seite
Zacharias, Ueber die im Süßwasserplankton vorkommenden Synchaeten *O* 381
Prowazek, Transplantations- und Protoplasmastudien an *Bryopsis plumosa* *O* 383
Wasmann, Biologie oder Ethologie? *O* 391
Wolff, Ueber die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus *R* 400
73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg . . . 400
Rádl, Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie *O* 401, 490, 550, 585, 605
Escherich, Das Insekten-Entoderm *O* 416
Zacharias, Zum planktonischen Vorkommen des Moschuspilzes *O* . . 431
Mesnil, A propos des Polychètes d'eau douce, note rectificative *O* . 432
Oltmanns, Ueber die Sexualität der Pilze *O* 433
Eggeling, Ueber die Schläfendrüse des Elephanten *O* 443
Zacharias, Berichte der Biologischen Süßwasserstation der Kaiserlichen Naturforschergesellschaft zu St. Petersburg *R* 453
Imhof, Aus dem Bericht der 82. Jahresversammlung zu Thusis, Kt. Graubünden, der schweiz. naturforschenden Gesellschaft *R* . . . 455
Imhof, *Ocelli Insectorum* *O* 459
Imhof, *Fauna Lacuum* *O* 463
Spuler, Ottmar Hofmann † *O* 465
Carlgren, Die Brutpflege der Actiniarien *O* 468
Selenka, Die Gleichartigkeit der Embryonalformen bei Primaten *O* . 484
Friedenthal, Ueber die Stellung der Physiologie innerhalb des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften *O* 497
Simroth, Ueber die Abhängigkeit der Nacktschneckenbildung vom Klima *O* 503
Thilo, Kinematik im Tierreiche *O* 513
Němec, Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen *O* . 529
Bretscher, Zur Biologie der Regenwürmer *O* 538
Ostwald, Ueber die Erklärung von Naturerscheinungen, insbesondere des Lebens *O* 561
Hescheler, Ueber die Gattung *Pleurotomaria* *O* 569
Walkhoff, Der Unterkiefer der Anthropomorphen und des Menschen *O* 582
Fischer, Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften *R* 591
Reinke, Ueber die in den Organismen wirksamen Kräfte *R* 593
Deegener, Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophylus* *R* 621
Seeliger, Tierleben der Tiefsee *R* 624
v. Linden, Die Flügelzeichnung der Insekten *O* 625, 657, 753
Rabes, Ueber Transplantationsversuche an Lumbriciden *O* 633
Plateau: Nouvelles recherches sur les rapports entre les Insectes et les fleurs. 3ième partie: Les Syrphides admirent-ils les couleurs des fleurs? *O* 650
Reinke, Grundzüge der allgemeinen Anatomie *O* 654
Bachmetjew, Die Lage des anabiotischen Zustandes auf der Temperaturkurve der wechselwarmen Tiere *O* 672
Dahl, Was ist ein Experiment, was Statistik in der Ethologie? *O* . . 675

Seite

Schulz, Die Krystallisation von Eiweißstoffen und ihre Bedeutung für die Eiweißchemie *R* 682
Kaestner, Embryologische Forschungsmethoden *R* 683
Daffner, Artikel „Skelett“ *R* 683
Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen *R* 685
Wasmann, Giebt es thatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind? *O* 689, 737
Fuchs, Der Gang des Menschen *R* 711, 779
Imhof, Bau der Cicaden *O* 735
Henle, Grundriss der Anatomie des Menschen *R* 799
Zacharias, Ueber die Mikroflora der Schilfstengel im Gr. Plöner See *O* 799
Wiesner, Die Stellung der Blüten zum Lichte *O* 801
Mühlmann, Das Wachstum und das Alter *O* 814
Green, Die Enzyme *R* 828
Rauber, Der Ueberschuss an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung *R* 833

Berichtigungen 64, 320

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Januar 1901.** **Nr. 1.**

Inhalt: **Euler**, Ueber den Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt der Gewässer. — **Nusbaum**, *Dybowscella baicalensis* nov. gen. nov. spec. — **Häcker**, Der Gesang der Vögel, seine anatomischen und biologischen Grundlagen. — **Genkin**, Zur Frage über die Wirkung der Neutralsalze auf Flimmerzellen. — **Wasmann**, Nervenphysiologie und Tierpsychologie. — **Schönichen** und **Kalberlah. Eyserth's**, Einfache Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches.

Die geehrten Herren Mitarbeiter unsres Blattes werden ersucht, Beiträge botanischen Inhalts an Herrn Professor Dr. Karl Goebel, München, Friedrichstr. 17, alle andren an die Redaktion des biologischen Centralblatts, Erlangen, physiologisches Institut, zu richten.

Ueber den Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt der Gewässer.

Von **Hans Euler.**

Die Frage, inwieweit die Luftelektrizität den Zustand natürlicher Gewässer und damit biologische Vorgänge in denselben beeinflussen kann, ist vor kürzer Zeit von O. Berg und K. Knauthe[1]) wohl zum ersten Mal aufgenommen worden.

„Es ist eine oft beobachtete Erscheinung," sagen die Verfasser. „dass Fische in Teichen während eines Gewitters unter Anzeichen der Erstickung sterben. Demnach muss der freie, im Wasser aufgelöste Sauerstoff durch irgend welche Einflüsse verzehrt worden sein. — Bedenkt man, dass während des Gewitters eine Beschleunigung des Sauerwerdens der Milch, des Bieres u. a. behauptet wird, so wird bei dem labilen Zustande des freien Sauerstoffvorrates unserer Gewässer eine beschleunigte Oxydation unter elektrischen Einflüssen plausibel sein."

Von diesen Beobachtungen ausgehend, stellen die Verfasser Laboratoriumsversuche über den Einfluss eines Potentialgefälles auf den Sauerstoffgehalt des Wassers an, und kommen zu folgenden Resultaten:

1) Naturwissenschaftliche Rundschau, XIII, 661, 1898.

„1. Unter dem Einfluss elektrischer Spannungen, wie sie sich mit einer Elektrisiermaschine erzeugen lassen, findet in organisch verunreinigtem und in reinem Wasser eine starke Zehrung des aufgelösten Sauerstoffs statt.

2. Diese Zehrung erklärt sich durch Annahme von elektrolytischen Prozessen sowie von Bindung des Stickstoffs der atmosphärischen Luft. Durch den letzteren Prozess werden einerseits leicht oxydable Verbindungen geschaffen, andererseits können die Lebensbedingungen der Mikroorganismen in günstigem Sinne verändert werden".

In physikalisch-chemischer Hinsicht waren diese Resultate neu und unerwartet, und ich bin denselben deshalb gelegentlich einer vorbereitenden Untersuchung über den Einfluss der Luftelektrizität auf Pflanzen[1]) näher getreten. Eine Fortsetzung der wenigen, hier mitzuteilenden Versuche von biologischer Seite dürfte wohl noch die jetzt teilweise vorhandenen Widersprüche aufklären und neue Thatsachen ergeben.

Damals konnte ich die Resultate von Berg und Knauthe nicht bestätigen. Durch die Freundlichkeit von Herrn Prof. Zuntz wurde es mir hierauf ermöglicht, die Versuchsanordnung der genannten Autoren zu sehen, und ich habe sodann die Versuche unter möglichst peinlicher Einhaltung der gleichen, und zwar folgender Bedingungen wiederholt:

„Ein achteckiger Rahmen aus Draht (von etwa Folioformat) wurde mit Leinen bespannt und isoliert aufgehängt. Das Leinen wurde mit Chlorcalciumlösung befeuchtet. Das ganze wurde mit dem Pol einer Influenzmaschine und mit der inneren Belegung einer Batterie von Leydener Flaschen verbunden, während die äußere Belegung und der zweite Pol der Influenzmaschine mit der Erde leitend in Verbindung stand." Die Spannung wurde von mir auf 10000 Volt konstant gehalten (B. u. K. machen darüber keine Angabe). Im Abstand von 10 cm befand sich unter dem Rahmen eine Krystallisierschale von 17 cm innerem Durchmesser, in welcher sich 0,8 l Flüssigkeit befand. Die Zimmertemperatur war bei meinen früheren Versuchen 18°, später wurde sie, wie bei Berg und Knauthe, auf 24° gehalten.

Analytische Methoden: Das Hauptgewicht wurde auf eine möglichst genaue Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes gelegt. Um den Einfluss etwaiger Temperaturverschiedenheiten des bestrahlten und des nicht bestrahlten Wassers von dem zu erwartenden Einfluss der elektrischen Entladung sicher unterscheiden zu können, wurde neben dem Sauerstoffgehalt auch der Stickstoffgehalt in jeder Probe gasanalytisch bestimmt. Wenn nämlich dann zum Schluss die außerordentlich leicht und exakt nachweisbaren Stickstoffoxyde bezw.

1) H. Euler, Ueber den Einfluss der Elektrizität auf Pflanzen I. Öfversigt af K. Svenska Vetensk. Acad. Handl., Nr. 6, 1899.

die entsprechenden Säuren nicht vorhanden waren, so gab der Prozentsatz der Sauerstoffmenge zur gesamten Gasmenge ($N_2 + O_2$) am besten an, ob eine Aenderung des Sauerstoffgehaltes durch das Effluvium stattgefunden hatte.

Die Gasanalysen wurden nach der bekannten Methode von O. Pettersson ausgeführt. Der Stickstoff- und Sauerstoffgehalt des Wassers wird nach diesem Verfahren mit einer Genauigkeit von 0,1 cc per Liter bestimmt, welche diejenige des Apparates Tenax weit übertreffen dürfte.

Für die Unterstützung bei der Ausführung der Gasanalysen bin ich Frl. phil. cand. N. Sahlbom zu bestem Dank verpflichtet. Die Entnahme von Wasserproben geschah mittels evakuierter Röhren von 150 ccm Inhalt, deren kapillares Ende unmittelbar nach der Füllung abgeschmolzen wurde.

Ueber die Menge des etwa entstandenen Ozons konnten die Gasanalysen Aufschluss geben; ferner wurde direkt mittels einer mit Schwefelsäure angesäuerten Jodkaliumstärkelösung geprüft[1]).

Diese Analyse wurde zuerst alkalimetrisch ausgeführt. Das im Wasser vorhandene Ozon reagiert nach der Gleichung

$$O_3 + 2\,KJ + H_2O = O_2 + 2\,KOH + J_2.$$

Die abgeschiedene Menge Jod wird, wenn nötig, verjagt und die überschüssige Säure zurücktitriert.

Später wurde ausschließlich jodometrisch geprüft.

In etwa 30 ccm 4% mit Schwefelsäure angesäuerter Jodkaliumstärkelösung wurde ein gleiches Volumen der zu prüfenden Lösung gegeben; dann ließ man die Mischung stehen.

Durch die gleiche Reaktion wird Wasserstoffsuperoxyd nachgewiesen. Auch mit Chromsäure wurde diese Verbindung aufgesucht. Auf die Gegenwart von Salpetersäure wurde mit Diphenylamin in bekannter Weise geprüft, wobei gleichzeitig etwa vorhandene niedrige Stickstoffoxyde gefunden werden konnten. Die Abwesenheit der letzteren wurde besonders durch das Ausbleiben der Jodzinkstärkereaktion bewiesen.

Die „Kontrolversuche“ der nachstehenden Tabellen sind in der Weise angestellt, dass Versuchswasser bezw. Lösung unter vollkommen analogen Umständen während der Dauer des Versuchs in gleichen Gefäßen in demselben Zimmer aufgestellt wurden, doch so, dass das elektrische Effluvium nicht einwirken konnte. Die Analysen wurden dann an dem vom Effluvium bestrahlten Wasser und dem der Kontrolversuche in gleicher Weise ausgeführt.

---

1) Siehe betr. der Methode auch Ber. Chem. Ges. 33, 2282, 1900. Die Titration in saurer Lösung ist, wie Ladenburg dort hervorhebt, allgemein gebräuchlich und die einzig richtige.

Bezüglich der Temperatur bemerkt man in folgenden Angaben zunächst, dass sie beträchtlich unter derjenigen des Zimmers liegt, und zwar wegen der starken Abdunstung aus den flachen Gefäßen bei dem ziemlich hohen Wärmegrad. Diese Abdunstung ist ferner stärker in denjenigen Gefäßen, welche vom elektrischen Wind (Effluvium) getroffen wurden, weshalb die Temperatur in diesen Gefäßen um einige Zehntel Grade unter derjenigen der Kontrolproben liegt. Es wäre wohl denkbar, dass ein Temperaturunterschied der zu vergleichenden Proben die Resultate von Berg und Knauthe einigermaßen beeinflusst hat.

Resultate.

Dieselben sind in folgenden Tabellen zusammengefasst:

Tab. I.

Dauer jedes Versuchs: 3 Stunden. Zimmertemperatur: 18°.

Nach 3 stündiger Entladung			Kontrolversuch (keine Entladung).		
cc pro Liter		% O_2	cc pro Liter		% O_2
N_2	O_2		N_2	O_2	
14,09	7,00	33,2	14,20	7,10	33,3
14,11	6,84	32,7	14,29	7,18	33,4

Tab. II.

Dauer jedes Versuchs: 5 Stunden. Zimmertemperatur: 24°.

Nach 5 stündiger Entladung.				Kontrolversuch (keine Entladung).			
cc pro Liter		Temp. der Lösung	% O_2	cc pro Liter		Temp. der Lösung	% O_2
N_2	O_2			N_2	O_2		
12,39	4,85	21,2°	28,13	12,18	4,77	21,9°	28,14
12,40	4,91	21.2°	28,36	12,23	4,80	21,9°	28,19
				12,45	4,83	21,9°	27,95
12,93	6,06	20,7°	31,91	12,74	5,91	21,0°	31,69
13,06	6,06	20,7°	31,70	12,87	5,94	21,0°	31,58
12,97	6,16	20,7°	32,20	12,78	5,87	21,0°	31,47

Die in oben angegebener Weise ausgeführten Prüfungen ergaben nur außerordentlich geringe Spuren von Ozon (Wasserstoffsuperoxyd) und Stickstoffoxyden bezw. deren Säuren, und zwar erwies sich die Konzentration dieser Stoffe geringer als 0,0001 normal.

Nach diesem Befund sowie den Resultaten der Tab. I u. II hat das elektrische Effluvium auf das demselben ausgesetzte Wasser keine sicher nachweisbare Einwirkung gehabt.

Ein vollkommen gleichartiges Ergebnis lieferte ein Versuch mit einer Nährlösung für Pflanzen, in welcher während etwa 50 Stunden *Elodea canadensis* gelegen hatte und welche im Liter enthielt:

0,8 g Calciumnitrat,
0,2 g Magnesiumsulfat,
0,2 g Kaliumnitrat,
0,2 g Kaliumphosphat.

In folgender Tabelle sind die Resultate der Gasanalysen wiedergegeben:

Dauer des Versuchs: 5 Stunden. Zimmertemperatur: 24°.

Nach 5stünd. Entladung				Kontrolversuch			
cc pro Liter		Temp. der Lösung	% O_2	cc pro Liter		Temp. der Lösung	% O_2
N_2	O_2			N_2	O_2		
13,15	6,26	20,5°	32,25	13,00	5,98	20,8°	31,50
13,00	6,06	20,5°	31,79	12,81	5,95	20,8°	31,72
13,10	6,15	20,5°	31,95	12,87	5,95	20,8°	31,62

Auch bei diesen Versuchen mit salz- und bakterienhaltigem Wasser zeigten sich keine größeren Mengen von Ozon, Wasserstoffsuperoxyd oder Stickstoffoxydverbindungen [1]).

Da nun die Wirkung des angewandten elektrischen Effluviums gleichartig, nur außerordentlich viel stärker ist als diejenige der Luftelektrizität, so erhält man aus den mitgeteilten Versuchen das Resultat, dass unter dem Einfluss der Luftelektrizität der Gasgehalt von reinem oder von salz- und bakterienhaltigem, aber noch klarem Wasser nicht wesentlich geändert wird.

Hieraus ergiebt sich noch folgender Schluss: Zeigen sich biologische Einflüsse der Luftelektrizität auf im Wasser lebende Individuen [2]), so dürfte die wahrscheinlichste und allgemeinste Wirkungsweise die sein, dass der in der Luft unter dem Einfluss der Elektrizität gebildete Ozon, der vom Wasser nur spurenweise aufgenommen wird [3]) und des-

1) Dies steht natürlich nicht direkt im Widerspruch mit den Ergebnissen, welche Berg und Knauthe an Schmutzwasser erhalten haben. Da aber der Effekt bei ihren Versuchen so auffallend stark ist, so wäre es wohl gerade interessant zu erfahren, welches die Verunreinigungen sind, welche diese Wirkung hervorbringen.

2) Siehe Friedländer, Ueber den sogenannten Palolowurm. Biolog Centralblatt, 1899. Hierher gehört auch der von Berg und Knauthe (l. c.) angedeutete Einfluss der Gewitter auf Fische. In der Litteratur habe ich hierüber indessen keine weiteren Nachrichten finden können.

3) Die Löslichkeit des Ozons ist, wie jetzt wohl sicher erwiesen ist, sehr gering. Siehe A. Ladenburg, Ber. Chem. Ges. 1898, 31, 2508. Die entgegengesetzten Angaben von Mailfert (Compt. rend., 119) sind nicht zu erklären.

halb analytisch kaum nachweisbar ist, die biologisch-chemischen Prozesse katalytisch beeinflusst, wie ja für die Pflanzen- und Tierwelt im allgemeinen der Ozon eine noch ungeahnte Bedeutung als Katalysator besitzen dürfte.

Stockholms Högskola, September 1900. [85]

Dybowscella baicalensis nov. gen. nov. spec.
Ein im Süßwasser lebendes Polychaet.

Von **Józef Nusbaum** in Lemberg.

(Mit 4 Abbildungen im Text).

In einer von meinem hochverehrten Kollegen Prof. Dr. Benedykt Dybowski noch im Jahre 1875 im Baicalsee gesammelten und mir jetzt zur Bearbeitung überlassenen kleinen Annelidensammlung fand ich acht Exemplare einer höchst interessanten neuen Polychaetengattung aus der Gruppe der Sedentarien, welche ich zu Ehren Dybowski's als *Dybowscella* bezeichne und die das erste, überhaupt in der Litteratur bekannte Beispiel des Vorhandenseins eines Polychaeten im Süßwasser darstellt.

Bevor ich eine Beschreibung dieser Form gebe, werde ich einige Bemerkungen über die Fauna des Baicalsees mitteilen, indem ich mich in dieser Hinsicht auf einen Artikel des Prof. Dybowski stütze, der in den Heften VII—IX 1900 der polnischen, wissenschaftlichen Zeitschrift „Kosmos" in Lemberg unlängst veröffentlicht wurde.

Die Fauna des Baicalsees — sagt Dybowski — zeichnet sich durch Artenreichtum, Originalität des Baues vieler Arten, und, was besonders augenfällig ist, durch eine lebhafte Farbe seiner Bewohner aus! Besonders hell und lebhaft sind die Crustaceen gefärbt, welche in anderen Süßwasserbecken niemals so lebhafte Farben zeigen. Dieser Umstand spricht, nach Dybowski, für die Ableitung der Baicalseefauna von der Meeresfauna. Für diese Hypothese sprechen, nach Dybowski, auch manche andere Thatsachen z. B. die Affinität der Molluskenfauna des Baicalsees mit den ausgestorbenen „sarmatischen" Mollusken Europas (so sind z. B. die Species *Hydrobia Frauenfeldii*, *Hydrobia* s. *Liobaicalia Soproncnsis* äusserst den Baicalformen *Leucosia angarensis* W. Dyb., *L. Stidae* W. Dyb. ähnlich), dann die Affinität der Spongienfauna und der Pinnipedienfauna des Baicalsees mit denselben Faunen der Nordsee und der nördlichen Binnenseen Europas, und endlich eine gewisse Affinität der baicalenser Crustaceenfauna mit den Crustaceen des nördlichen Eismeeres (*Pallasea Kessleri* B. Dyb., *Pallasea cancelloides* Gerstf.).

Einen wichtigen Beweis für die Richtigkeit der obenerwähnten Auffassung finden wir auch in der Thatsache, dass unlängst Dr. W. Dybowski ein nudibranches Mollusk in der von Prof. B. Dybowski

aus dem Baicalsee gewonnenen Molluskensammlung gefunden hat. Derselbe zeigt eine gewisse Affinität mit den Stellvertretern der Familie *Doridida*e, und ist von W. Dybowski als *Aeylodoris baicalensis*[1]) benannt worden.

Aeußerst wichtig sind für uns die Beobachtungen, welche Prof. B. Dybowski[2]) über gewisse Larven im Baicalsee gemacht hat. „Im Frühlinge — sagt Dybowski — im Monat April, wenn der Baicalsee noch mit Eis bedeckt ist, fand ich in Eiswuhnen, die in großer Entfernung vom Ufer im Eis gehauen werden, dass das Wasser von zahlreichen, kleinen Larven erfüllt war, welche an die Larven der marinen Polychaeten erinnerten. Es genügte mit einem Glas etwas Wasser zu schöpfen, um eine große Quantität der kleinen, weißlichen, punktförmigen Tierchen zu bekommen, die im Wasser, wie kleine Bläschen, perlartig wimmelten. Wenn man diese Tierchen unter einer Lupe durch die Wände des Gefäßes beobachtete, konnte man sehen, dass dieselben eine glockenförmige Gestalt besaßen, wobei das Glöckchen gewöhnlich mit der breiten Basis nach unten gerichtet war. Im Innern der durchsichtigen Hülle des Tierchens konnte man ein etwas rötliches, wurmähnliches Körperchen sehen, welches sich rhythmisch bewegte. Das Körperchen schien mit seinem basalen Ende an die untere Wand des Glöckchens befestigt zu sein und ähnelte einem kleinen Wurmkeime. Weder Wimper, noch Wimperringe waren auf den Wänden der Glöckchen zu sehen, aber die Bewegung der Glöckchen um die Axe beweist, dass dieselben mittels Wimpern zu stande kommen muss."

Dem genannten Forscher wurde es nicht ermöglicht, diese Gebilde näher zu untersuchen, da er damals während der Reise auf dem Baicalsee keine entsprechende Mittel besaß; in Aquarien gingen aber diese Tierchen bald gänzlich zu Grunde. Er behauptet, dass diese Tierchen sehr wahrscheinlich kleine Polychaetenlarven d. h. Trochophoren darstellen, aber in einem Teile der Würmersammlung des Baicalsees, die er dem verstorbenen Prof. Grube in Breslau seinerzeit zur Bearbeitung übergab, wurden keine Polychaeten gefunden.

Was die Lokalität anbelangt, in welcher die mir von Dybowski überlassenen Anneliden sammt den Exemplaren von *Dybowscella* gefunden worden sind, teilt Dybowski folgendes mit:

„In welcher Gegend des Baicalsees dieselben gefunden wurden, das kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen: da wir aber damals mit Hilfe unserer Lothmaschine nur zwischen Posolsk und auf der Linie, welche Goloustna mit Posolsk verbindet, und dem unter dem Wasser sich befindenden liegenden Plateau gefischt haben, so konnten dieselben nur dort gefunden worden sein. Die damalige Ausbeute der im Schlamm des

1) Eine nähere Beschreibung dieser Gattung giebt nächstens Dr. W. Dybowski in den „Malacologischen Blättern".

2) „Kosmos," Lemberg. 1900. Heft VII—IX.

Baicalgrundes lebenden Anneliden war sehr reich und ich erinnere mich dessen sehr gut. Ich erinnere mich auch, dass wir damals eine nicht geringe Anzahl von Oligochaeten, dann eine gewisse Quantität dünner, röhrenartiger Hüllen, die wahrscheinlich von wurmförmigen Tieren stammten, und auch eine kleine Anzahl von birnförmigen, aus Chitinsubstanz bestehenden, bis 8 mm langen, mit krystallinischen Sandpartikelchen dicht bedeckten Kapseln gefunden haben; in diesen Kapseln befanden sich Eier oder kleine Wurmkeime; außerdem haben wir damals ganz unerwartet einige Exemplare einer Crustacee *Constantia Branickii* gefunden, welcher auf Grund des Antennenbaues für eine pelagische Form gehalten wurde. Wir haben jedoch diese Exemplare aus dem Grunde des Baicalsees mittels Lothmaschine gefischt, die nur Schlamm aus dem Grunde aufgenommen hatte."

Ich gehe nun jetzt zur Beschreibung der *Dybowscella baicalensis* über.

Der Wurm erreicht 7—8 mm Länge. Sein Körper besteht aus 12 Segmenten, von welchen 2 dem Kopfe angehören, und durch eine dunkle, braunlich-schwärzliche Farbe von dem Reste des Körpers sich auszeichnen, 7 bilden den Rumpf und die 3 letzten das Abdomen des Körpers. Auf dem ersten, beim Weibchen mit einem wohlentwickelten Kragen versehenen Kopfsegmente sind 30—40 in zwei Bündeln auf besonderen Lappen sitzende, kiemenartige, cylindrische Anhänge vorhanden, die gegen die Basis des ganzen Apparates zu je zwei oder drei sich vereinigen, bis sie endlich jederseits in einen gemeinschaftlichen, basalen Stamm übergehen. Die kiemenartigen Anhänge sind durch keine Haut verbunden. Außerdem befindet sich auf dem ersten Kopfsegmente, oberhalb der Mündungsstelle des Mundes ein Paar kurzer, tentakelartiger Anhänge. Die Parapodien sitzen einreihig, mehr der dorsalen Seite des Körpers genähert. An der Basis der Parapodien sitzen in dem hinteren Kopfsegmente und an allen Rumpfsegmenten lange, sog. Salmacinenborsten zu je 15—20 in einem Bündel; an der ventralen Seite dagegen sind an dem hinteren Kopfsegmente und an allen Rumpfsegmenten Hakenborsten zu je 7—10 in jedem Bündel entwickelt. Dagegen an den drei Abdominalsegmenten sind auf der Dorsalseite an der Basis der Parapodien Hakenborsten entwickelt, die an jedem Segmente jederseits eine quere Reihe bilden und zu je 30—40 in einer jeden solchen Reihe sitzen, und an der Ventralseite sind hier lange „Salmacinenborsten" zu je 6—10 in einem jeden Bündel vorhanden. Im Kopfe sind zwei Nieren oder „glandulae tubiparae" (Claparède) entwickelt, die ansehnliche, stark knäuelförmig verlaufende und mit dunklem Pigment versehene Schläuche darstellen, welche mit einem gemeinsamen Ausführungsgange median auf der Dorsalseite des ersten Kopfsegmentes in der Kragengegend nach außen münden. Die Geschlechter sind getrennt; es existiert ein sekundärer Geschlechts-

dimorphismus. Der Wurm sitzt in einer sehr zarten und durchsichtigen, chitinartigen Röhre, an welcher von außen Sandkörnchen sich ankleben.

Was nun die Details des Baues dieses Wurmes anbetrifft, so war es sehr schwierig, an einem so sehr alten, nur in Alkohol seinerzeit konservierten und in so spärlicher Zahl vorhandenen Materiale dieselben näher zu untersuchen. Ich glaubte, dass es überhaupt unmöglich sein würde, Schnitte zu bekommen, dass das Material nämlich zu diesem Zwecke zu brüchig sich erweisen würde. Ich habe jedoch lege artis einige Exemplare in Paraffin eingebettet und zu meiner größten Zufriedenheit vollständige, gute Schnittserien erhalten, wobei an den Querschnitten noch viele histologische Details ziemlich gut sich erhalten haben, so dass ich im stande bin, auch einiges über den inneren Bau dieses interessanten Wurmes mitzuteilen.

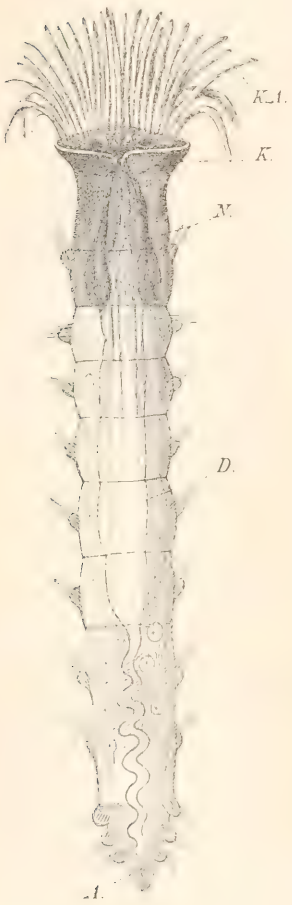
Das Epithel besteht aus einer Schicht hoher, cylindrischer Zellen; besonders hoch (0,038 mm) sind sie in den zwei vordersten Segmenten, welche ich als Kopfsegmente bezeichne; sie sind hier mit verhältnismäßig kleinen, rundlichen oder rundlich-ovalen Kernen in der Mitte und mit sehr dicht angehäuften, dunkelbraunen bis schwärzlichen Pigmentkörnchen im Plasma versehen, weshalb die Kopfsegmente mit ihrer schwärzlichen Farbe sehr scharf von allen anderen Körpersegmenten sich unterscheiden. Die genannten Pigmentkörnchen sind am meisten in der peripherischen Lage des Plasmas angehäuft. In anderen Körpersegmenten sind die cylindrischen Epithelzellen niedriger (0,02 mm); die Kerne sind auch hier verhältnismäßig sehr klein (circa 0,003 mm Durchmesser).

Das Epithel ist an der ganzen Körperoberfläche mit einer feinen Cuticula versehen. Längs der Medianlinie der Dorsalseite des Körpers verläuft eine Furche, die von dem Anus beginnt, am Abdomen flacher, am Rumpfe tiefer und am Kopfe am tiefsten ist. Sie dient wahrscheinlich, wie bei den Serpuliden nach Claparède, zum Ausführen der Exkremente („sillon copragogue") nach außen, da die chitinöse, feine, strukturlose Röhre, in welcher der Wurm sitzt, ziemlich dicht an allen anderen Stellen dem Körper anliegt. Im Grunde dieser Furche ist das Epithel mit einem dichten Besatz von Cilien versehen, die in meinen Exemplaren noch sehr schön erhalten waren.

Unter dem Epithel sieht man an Querschnitten eine äußerst dünne Lage von zirkulären Muskelfasern, die nur als eine feine, stark lichtbrechende, etwas wellenförmig verlaufende Linie erscheint, und eine darunter liegende, viel dickere Lage von longitudinalen Muskelfasern, welche längs der medianen Dorsallinie, der medianen Ventrallinie und längs zwei seitlich-dorsal verlaufenden Linien, wo die Parapodien hervortreten, unterbrochen ist. Längs der Dorsalseite heftet sich median an die Körperwand ein longitudinales, kürzeres Mesenterium, längs der Ventralseite ein ebensolches, längeres, ventrales; die Mesenterien

bestehen aus je zwei Blättern, zwischen welchen, besonders aber in dem ventralen Mesenterium, ein stark entwickelter Blutsinus verläuft. Zu beiden Seiten der Anheftungsstelle des ventralen Mesenteriums liegen, im Epithel eingebettet, die beiderseitigen ventralen Nervenstämme, ziemlich weit voneinander entfernt.

Fig. 1.



Dybowscella baicalensis. Weibchen. Vergr. ca. 20mal. *A.*=Anus, *D.*= Darm, *K.* = Kragen, *K.A.* = Kiemenanhänge, *N.* = Nieren.

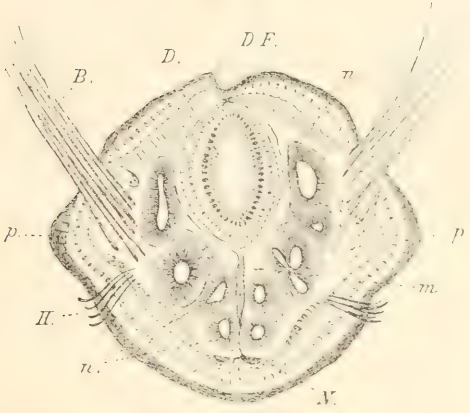
Was das Gehirnganglion anbelangt, so ist es besonders interessant, dass, und zwar nur beim Weibchen, demselben ein Paar tief schwarzer, ziemlich großer Pigmentflecke seitlich direkt anliegen, die man als rudimentäre Augen betrachten muss; beim Männchen fand ich keine Spur dieser Flecken. Diese Pigmentflecken sah ich, sowohl bei der Betrachtung des ganzen Wurmweibchens von außen her, wie auch an Querschnitten, aus welchen man sich überzeugen kann, dass die Pigmentflecken nicht im Hautepithel liegen, sondern eben mit dem Gehirnganglion sehr innig zusammenhängen (Fig. 4*e*, *o*).

Was die Parapodien anbelangt, so sitzen sie einreihig, und es existiert nur eine dorsale Parapodienreihe. Sie sind verhältnismäßig schwach entwickelt. In dem zweiten Kopfsegmente liegen sie nahe der Vordergrenze des Segmentes, in den Rumpfsegmenten dagegen in der Mitte der Länge eines jeden Segmentes. In dem Kopfsegmente und in einigen vorderen Rumpfsegmenten sind die Parapodien konisch-kuppelförmig, einfach; in der hinteren Hälfte des Rumpfes sah ich manchmal sehr distinkt eine tiefe Grube am freien Ende des Parapodiums, so dass dasselbe hier in zwei kleine Abschnitte: einen dorsalen und einen ventralen geteilt erschien.

Ich halte es für sehr interessant, dass die dorsalen Borstenbündel nicht, wie sonst, die Parapodien durchbrechen, sondern ganz an der Basis derselben (dorsalwärts) nach außen hervortreten. Es ist hier also der Weg eingeleitet zu einer vollständigen Reduktion der Parapodien, wie sie bei den mit Borsten ja noch versehenen Süßwasseroligochaeten spurlos verloren gegangen sind. Dasselbe gilt auch

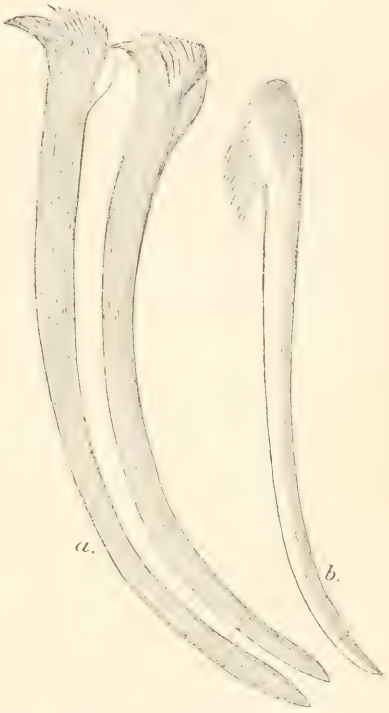
für die hakenförmigen Borsten der drei Abdominalsegmente, die gleichfalls an der Basis (dorsalwärts) der großen, abgerundeten Parapodien nach außen hervortreten. An Querschnitten kann man sich überzeugen, dass die Parapodien zwischen der Austrittslinie der dorsalen Borstenbündel und derjenigen der ventralen liegen, mehr aber der dorsalen genähert sind, indem die dorsalen Borsten, wie gesagt, an der Basis der Parapodien dorsalwärts nach außen hervortreten (Fig. 2).

Fig. 2.



Querschnitt durch das zweite Kopfsegment der *Dybowscella baicalensis*. *B.* = Dorsale Borsten, *H.* = Ventrale Hakenborsten, *D.* = Darm *D.F.* = Dorsalfurche, *N.* = Nervensystem, *n.* = Nieren, *m.* = ventrales Mesenterium. (Oc. 4. S. 3. Mikr. Merk. u. Eb. mit Cam. luc. gez.)

Fig. 3.



Hakenborsten, *a.* = des Rumpfes, *b.* = des Abdomens (Oc. 5. S. 9. Mikr. Merk. Eb.)

Was die Länge der einzelnen Körperabschnitte und ihre Form anbelangt, so kann ich folgendes mitteilen. Die Länge des Kopfabschnittes beträgt 0,72 mm, das erste Kopfsegment ist überhaupt das längste im ganzen Körper. Zwischen den beiden Kopfsegmenten und den fünf vorderen Rumpfsegmenten sind seichte, oberflächliche Furchen vorhanden, welche die Grenzen der einzelnen Segmente sehr distinkt unterscheiden lassen. Dieselben sind nicht mehr zwischen den hinteren Rumpfsegmenten und den Abdominalsegmenten zu sehen. Die Rumpfsegmente sind, von oben gesehen, etwa quadratisch; die zwei ersten Abdominalsegmente sind stark verkürzt, ihre Breite übertrifft cirka

dreifach ihre Länge. Das letzte Abdominalsegment, an welchem nahe dem Hinterende die Analöffnung vorhanden ist, verschmälert sich nach hinten hin und endet mehr oder weniger zugespitzt; seine Länge übertrifft bedeutend diejenige der zwei vorderen Abdominalsegmente. Es stellt vielleicht eine Summe von zwei Segmenten dar, von welchen jedenfalls nur das vordere mit Parapodien und Borsten versehen, das hintere dagegen, das eigentliche Analsegment, borstenfrei und parapodienfrei ist. Wäre es so, so müssten wir als Zahl aller Körpersegmente 13 anstatt 12 annehmen.

Die dorsalen Borsten des zweiten Kopfsegmentes und aller Rumpfsegmente, sowie die ventralen Borsten der Abdominalsegmente haben die Gestalt der sog. „Salmacinenborsten" und sind äusserst denjenigen ähnlich, welche z. B. E. v. Marenzeller[1]) auf der Taf. III Fig. 8b abgebildet hat. Sie bestehen nämlich aus einer schwach bogenförmig gekrümmten Axe, welche an der Basis dick, gegen das freie Ende dünn, fein, haarförmig ist, und im mittleren Teile ihres Verlaufes an der konvexen Seite mit einem breiten, sichelförmigen Saume versehen ist, in welchem feine, sehr dicht nebeneinander, in schräger Richtung verlaufende Streifen hervortreten. Der basale, dickere und der distale, haarförmige Teil der Axe sind frei vom genannten Saume.

Die Länge dieser Borsten beträgt 0,32 bis 0,36 mm. Die Borsten sitzen in dem zweiten Kopfsegmente und in allen Rumpfsegmenten auf der dorsalen Seite des Körpers in Bündeln, zu je 15—20 in jedem Bündel. In den Abdominalsegmenten sitzen sie dagegen an der ventralen Seite des Körpers zu 6—10 in einem Bündel und sie sind hier bedeutend kürzer als im Rumpfe.

Was die Hakenborsten (Fig. 3) anbelangt, so sitzen sie an der Ventralseite des zweiten Kopfsegmentes und aller Rumpfsegmente zu je 7—10 in einem Bündel und an der Dorsalseite der drei Abdominalsegmente zu je 30—40 in einer queren Reihe an der Basis der betreffenden Parapodien. In den Abdominalsegmenten erreichen die einzelnen Hakenborsten cirka 0,07 mm Länge, in den Rumpfsegmenten sind sie bedeutend länger. Die Gestalt der einen und der anderen ist auch eine sehr differente. Die Hakenborsten der Rumpfsegmente (und des zweiten Kopfsegmentes) sind bogenförmig gekrümmt, am freien Ende verbreitert und hier lateral mit einem schnabelförmigen, großen Zahn und neben demselben median mit einer Reihe von kleineren (cirka 12) Zähnchen, wie auch mit einem bogenförmig abgerundeten Saume an der medianen Seite des Endteiles unterhalb der genannten Reihe versehen. Die Hakenborsten der Abdominalsegmente sind auch bogenförmig gekrümmt, aber nur unterhalb des abgerundeten

1) Zool. Ergebn. II. Polychaeten des Grundes, gesammelt 1890, 1891, 1892. Denkschriften d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LX. 1893.

freien Endes lateral mit einer Reihe von cirka 12 sehr dicht nebeneinander stehenden und sehr stark nach unten gerichteten platten Zähnchen versehen, wobei diese Zähnchen stark chitinisiert und bräunlich gefärbt sind.

Wir müssen noch speziell eine nähere Beschreibung des ersten Kopfsegmentes samt den dort sich befindenden Kiemenanhängen geben, da in dieser Hinsicht ein großer Geschlechtsdimorphismus zu beobachten ist.

Beim Weibchen existiert ein sehr gut entwickelter Kragen, dessen Höhe fast ein Drittel der ganzen Länge des ersten Kopfsegmentes beträgt. Er ist auf der Dorsalseite unterbrochen. Vorn geht das Segment in einen kiementragenden Lappen über, der beim Weibchen in zwei Hälften, eine rechte und linke, durch eine Rückenfurche geteilt ist, welche eine direkte Verlängerung der längs der ganzen Medianlinie des Rückens verlaufenden und mit Flimmerepithel ausgekleideten Furche darstellt. An der Bauchseite sind die beiden Hälften des Kopflappens durch eine mediane Ventralfurche abgegrenzt.

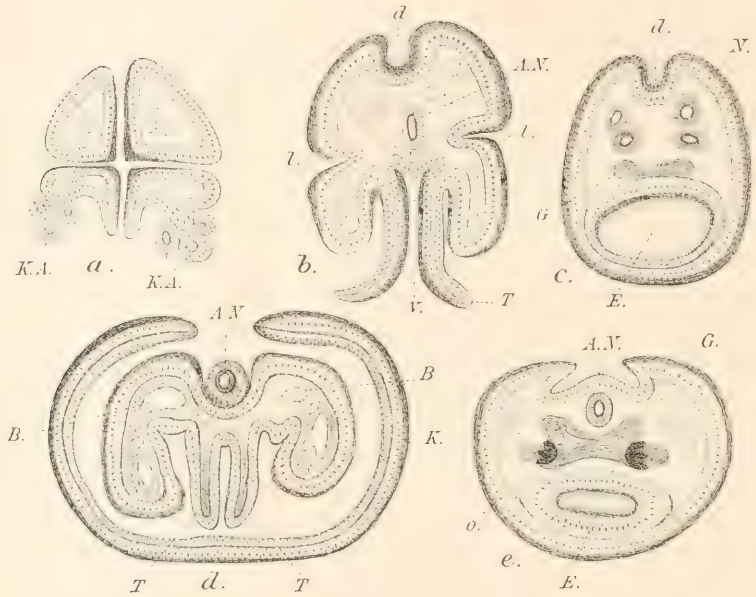
An der Dorsalseite des Kopflappens, median, wo der Kragen unterbrochen ist, mündet der gemeinschaftliche Ausführungsgang der beiden Nieren und zwar auf einem kleinen, papillenartigen Vorsprunge. Auf der Ventralseite treten aus dem Grunde der ventralen Furche nach vorn von der Mündungsstelle des Vorderdarmes zwei zylinderförmige, tentakelartige Anhänge nach außen heraus, welche dem Baue nach den Kiemenanhängen gleichen; sie sind von Zylinderepithel begrenzt und enthalten eine Bindegewebsaxe und einen Blutsinus. Das Epithel enthält bräunlich-schwarzes Pigment. Diese Anhänge halte ich für Bildungen, die zum Fange der Nahrungspartikelchen dienen. Ob unter dem Epithel auch eine dünne Muskellage in diesen Anhängen entwickelt ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, ich halte es aber für sehr wahrscheinlich. Die Anhänge können in eine tiefe, sackartige Einstülpung (Fig. 4c u. e, E) der Körperwand auf der Bauchseite des Kopfes, am Grunde des Kragens eingezogen werden. Das Epithel dieser Einstülpung, an deren Grunde die Mundöffnung sich findet, ist hoch, zylindrisch, pigmentreich und mit feinen Cilien versehen. Die Einstülpung ist als eine direkte Verlängerung der vom Kragen begrenzten, zirkulären Furche zu betrachten.

Auf den beiden Hälften des Kopflappens sitzen nun die Kiemenanhänge in der Zahl von 30—40. Sie sind zylinderförmig, von hohem, cylindrischen, wenig pigmentierten Epithel begrenzt und enthalten in dem Bindegewebe je einen ansehnlichen zentralen Blutsinus. Die Kiemenanhänge vereinigen sich miteinander zu 2 oder zu 3 in der Richtung gegen die Basis und zwar in verschiedenen Höhen; manche erhalten ihre Selbständigkeit fast bis zum Grunde des Apparates. An Querschnitten, welche immer näher der Basis des Kiemenapparates ange-

fertigt sind, findet man also eine immer geringere Anzahl der gemeinschaftlichen Stämme, in welchen aber die Blutsinus der einzelnen Kiemen noch teilweise ihre Selbständigkeit bewahren; auch in dem Lappen selbst treten noch jederseits einige einzelne Blutsinus hervor.

Beim Männchen finden wir in vielen Beziehungen andere Verhältnisse in der Morphologie des ersten Kopfsegmentes. Es existiert

Fig. 4.



Querschnitte durch den Kopflappen, *a. b. c.* beim Männchen, *d. e.* beim Weibchen der *Dybowscella baicalensis*. Der Schnitt *a.* stammt von dem vordersten Ende des Kopflappens, die Schnitte *b.* und *c.* von einem weiter hinten gelegenen Teile desselben. *d.* = dorsale Furche, *v.* = ventrale Furche, *l.* = laterale Furche, *E.* = Hauteinstülpung, *G.* = Gehirn, *o.* = Augenfleck, *K.A.* = Kiemenanhänge durchschnitten, *T.* = Tentakelartiger Anhang, *B.* = Blutsinus, *A.N.* = Ausführungsgang der Nieren, *N.* = Nieren, *K.* = Kragen. (Gez. beim Oc. 4. S. 3. Mikr. Merk u. Ebell. Etwas schematisiert.)

hier kein wohl ausgeprägter Kragen. Es blieb hier nur eine tiefe Hauteinstülpung an der Basis des Kopflappens, an dessen Ventralseite übrig, welche auch von einem pigmentreichen Flimmerepithel ausgekleidet ist und in deren Grunde die Mundöffnung sich findet. Eine andere wichtige Verschiedenheit im Vergleich mit dem Weibchen besteht darin, dass beim Männchen der Kopflappen selbst sich nicht nur in eine rechte und linke Hälfte, wie beim Weibchen, teilt, sondern auch jede dieser Hälften durch eine laterale, tiefe Furche in einen

dorsalen und ventralen Abschnitt geteilt wird. Je näher dem freien Ende des Lappens, desto tiefer werden sowohl die dorsale und ventrale wie auch die beiden lateralen Furchen, so dass hier endlich der Lappen an Querschnitten gänzlich in vier Quadranten geteilt erscheint (Fig. 4*a*), wobei die gegeneinander gekehrten Flächen dieser letzteren sehr pigmentreich sind. Es ist interessant, dass die Kiemenanhänge hier nur auf den ventralen Abschnitten (Quadranten) mit einigen (4—5) gemeinsamen Stämmen jederseits sitzen. An der Bauchseite, in der Furche zwischen den beiderseitigen Ventralabschnitten des Kopflappens, oberhalb der genannten Einstülpung, treten, wie beim Weibchen, die zwei tentakelartigen Anhänge hervor, welche hier noch stärker als beim Weibchen entwickelt und nach unten, vorn und auswärts gerichtet sind; man sieht sie in Fig. 4*b*. (*T*). Ihrer Lage (beim Männchen) nach kann man sie als ein Paar Kiemenanhänge betrachten, die besonders stark differenziert und dem Fange von Nahrungspartikelchen angepasst sind.

Was nun die innere Organisation anbetrifft, so müssen wir vor allem die Verhältnisse der Nieren betrachten. Segmentweise angeordnete Nephridien, wie sie bei den Süßwasseranneliden existieren, giebt es bei *Dybowscella b.* nicht, ebensowenig auch transversale Septa in der Leibeshöhle. Sie besitzt nur, wie die marinen Serpuliden, ein Paar Nephridien, welche auch als „*glandes tubipares*“ bezeichnet werden können, und hier nur in dem Kopfabschnitte des Körpers liegen, während sie bei den Serpuliden in den Thorax eindringen. Dieselben bilden ein Paar Schläuche, die von riesigen kanalisierten Zellen gebildet sind, welche tief bräunlich an der dem Lumen zugekehrten Fläche pigmentiert sind. Das Ganze verläuft, wie bei den Serpuliden, stark knäuelförmig gekrümmt. Der Knäuel ist am stärksten gegen das Hinterende der Drüse entwickelt. Die Drüse hat deshalb als Ganzes eine etwa birnförmige Gestalt und reicht hinten nur zur hinteren Grenze des zweiten Kopfsegmentes. An Querschnitten (Fig. 2) durch die hintere Hälfte der Niere findet man 4—8 mal den Schlauch durchschnitten, gegen das Vorderende dagegen, wo die ganze Drüse schmäler ist, nur 2—3 mal. Das hinterste Endstück des Schlauches ist stark verbreitert; der Lumendurchmesser dieses Abschnittes übertrifft 2—3 mal denjenigen der mehr vorderen Teile des Schlauches. In diesem verbreiterten Abschnitte sind auch die Wände viel dünner. Ich habe aber vergebens eine trichterförmige, innere Mündung des Schlauches gesucht, und es scheint mir fast sicher zu sein, dass der Nierenschlauch hinten blind geschlossen ist, wie bei den Eriographiden und Serpuliden. Ganz vorn geht die Drüse in einen Ausführungsgang über, dessen zylindrisches Epithel ebenso stark pigmentiert ist. Beide Ausführungsgänge vereinigen sich zu einem kurzen, gemeinsamen Ausführungskanal, von einem kubischen und nur an der Innenfläche pigmentierten Epithel begrenzt. Der Kanal mündet nach außen auf einem kleinen papillenartigen Vorsprunge an der Dorsalseite des Kopf-

lappens in der dorsalen, medianen Furche, beim Weibchen mündet er unterhalb der dorsalen Unterbrechung des Kragens.

Was den Darm anbetrifft, so war schon oben von der Lage der Mundöffnung und Anusöffnung die Rede. Der Darm besteht aus einem Vorderdarm, der im ersten Kopfsegmente als eine dünne Röhre verläuft, dann aus einem Mitteldarm, der sackförmig verbreitert ist und bis zur Grenze des 7. und 8. Körpersegmentes sich hinzieht, und endlich aus einem Hinterdarme, der wieder verengt ist und schlangenförmig bis zum letzten Segmente verläuft. Der Darm ist von hohem, wimpertragendem Zylinderepithel ausgekleidet, welches an der Innenfläche mit bräunlich-schwarzem Pigment versehen ist. Im Lumen des Darmes habe ich u. a. eine große Menge von Diatomaceenskeleten angetroffen.

Der ganze Darm ist von einem Blutsinus umgeben, der zwischen der Darmwand und dem visceralen Blatte des Peritoneums eingeschlossen ist und in zwei große longitudinale Blutsinus übergeht, die zwischen den beiden Blättern des longitudinalen, dorsalen und ventralen, Mesenteriums verlaufen.

Die Geschlechter sind, wie oben erwähnt, getrennt. In meinen Exemplaren habe ich fast die ganze Leibeshöhle des Rumpfes und des Abdomens mit reifen Geschlechtsprodukten ausgefüllt gesehen. Die Eierstöcke und Testes scheinen fast in der ganzen Leibeshöhle aus dem parietalen Peritonealblatte sich zu entwickeln. Ich fand nämlich verschiedene Uebergangsformen von einer Schicht ganz indifferenter, großer Peritonealzellen zu den Anhäufungen größerer Zellen, die schon junge Ovarien resp. junge Hodenschläuche darstellen, und noch mit dem Peritoneum im Zusammenhang sind. Endlich findet man auch ganz frei massenhaft in der Leibeshöhle liegende, größere und kleinere Eizellen oder Gruppen von Spermazellen. Auf welche Weise diese Produkte nach außen gelangen, das konnte ich an dem sehr spärlichen Materiale leider nicht ermitteln. Ich habe nichts finden können, was auf Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane gedeutet werden könnte. Es scheint mir deshalb nicht unwahrscheinlich zu sein, dass die Geschlechtsprodukte durch die Nieren nach außen gelangen, wobei die sehr dünne, leicht zerreissende Wand des blind geschlossenen, verbreiterten Endabschnittes der Niere diesen Uebertritt der Geschlechtsprodukte vielleicht ermöglichen kann.

Nachtrag.

Nachdem ich schon den obigen Aufsatz der Redaktion dieses Blattes am 10./X. gesandt hatte, erhielten wir eine Sammlung von Herrn Wladimir Goriajeff aus Kasan, die viele gut konservierte Exemplare eines d. 4./VIII. 00. im Baicalsee, und zwar im Golfe „Cziwerskij Zaliw“ gefangenen, sedentären Polychaetenwurmes enthielt

Es erwies sich, dass die Würmer der Gattung *Dybowscella* angehören. Sie müssen aber als eine andere Spezies betrachtet werden, die ich *Dybowscella Godlewskii* nenne, und zwar zu Ehren des soeben verstorbenen, höchst verdienten Naturforschers und Sammlers, der die Fauna des Baicalsees vor Jahren samt Prof. B. Dybowski erforschte.

Dybowscella Godlewskii ist viel größer als *D. baicalensis*, und zwar erreichen die konservierten Exemplare 10 bis 16mm Länge. Die Zahl der Segmente ist 12 bis 15, wobei immer zwei Kopfsegmente und drei Abdominalsegmente wie bei *D. baicalensis* vorhanden sind. Die Zahl der zylindrischen Kiemenröhrchen beträgt circa 50; dieselben sitzen auf zwei lappenförmigen Kopfanhängen und sind so angeordnet, dass sie jederseits zwei sich umgebende halbkreisförmige Reihen und eine Anzahl nach innen von der inneren Reihe unregelmäßig angeordnete Röhrchen bilden. Die Röhrchen vereinigen sich jederseits allmählich mit ihren basalen Teilen, bis sie jederseits zwei oder drei gemeinsame, basale, in die genannten Lappen übergehende Stämme bilden. Die Form und die Anordnung der Borsten wie bei *D. baicalensis*. Die zu je 30—36 in jedem Bündel vereinigten Salmacinenborsten der Mittelleibsegmente gehen nicht am Grunde der Parapodien (wie bei *D. baicalensis*), sondern an den distalen Enden derselben nach außen heraus. Die Hakenborsten der Mittelleibsegmente sitzen zu je 10—12 in jedem Bündel. Die Zahl der einreihig angeordneten (dorsalen) Hakenborsten an den 3 Abdominalsegmenten beträgt mehr als 40, wobei die Borsten eine bedeutend geringere Zahl von Zähnchen als bei *D. baicalensis* besitzen (6—7). In dem Kragen und in den zwei Kopfsegmenten giebt es nicht bräunlich-schwarzes Pigment, welches für die *D. baicalensis* so äußerst charakteristisch ist.

An der Basis des die Kiemen tragenden Lappens ist jederseits ein großes, ovales bräunlich-schwärzliches Pigmentauge vorhanden, das oft aus zwei diskreten aber zusammenhängenden Teilen besteht; außerdem existiert in beiden Geschlechtern ein Paar kleinerer schwarzer Pigmentaugen, die mit dem Gehirne innig zusammenhängen wie bei *D. baicalensis*. Im Kragen und in der Haut fast des ganzen Körpers habe ich hier eine stark entwickelte Lage von sackartigen einzelligen Drüsen beobachtet, die sich bei der Anwendung von Jodgrün-Eosin sehr tief grün färben.

Der Kragen ist hier beim Männchen stärker entwickelt als bei *D. baicalensis*. Die langen, sehr dünnen chitinartigen Röhren des Wurmes sind mit feinen Sandpartikelchen sehr dicht bedeckt. An den gut konservierten Exemplaren dieser Spezies konnte ich konstatieren, dass die Leibeshöhle durch sehr dünne transversale Septa in viele der Zahl der Segmente entsprechende Abteilungen geteilt ist.

Die paarigen in dem Kopfabschnitte vorhandenen Nieren zeigen dieselben Verhältnisse wie bei *D. baicalensis*, aber sie enthalten im

Gegensatz zu den Nieren dieser letzteren sehr wenig Pigment, was die interessante Struktur derselben näher zu studieren erlaubt (sie bestehen nämlich aus großen kanalisierten Zellen zu bestehen). Eine nähere Beschreibung einiger Organisationsverhältnisse dieser Spezies wird an einer anderen Stelle und zwar von Herrn Stud. phil. Bykowski erscheinen.

Soeben hat mich Prof. Korotneff aus Kiew benachrichtigt, dass es auch ihm gelungen ist, im Baicalsee einen sedentären Polychaetenwurm zu finden. Derselbe ist wahrscheinlich identisch mit einer der oben beschriebenen Spezies der Gattung *Dybowscella*. [91]

Valentin Häcker. Der Gesang der Vögel, seine anatomischen und biologischen Grundlagen.

Jena, G. Fischer, 1900, 95 Seiten, 3 Mk.

Der Verf., ein guter Kenner des Gesangs der einheimischen Vögel, hat in dieser Schrift seine Studien über den anatomischen Bau des Gesangsapparats und seine Reflexionen über die phylogenetische Entstehung und biologische Bedeutung des Gesanges der Vögel zusammengefasst. —

Das Stimmorgan der Singvögel ist bekanntlich der „untere Kehlkopf", welcher an der Bifurkationsstelle der Luftröhre sich befindet (Syrinx broncho-trachealis). Das Skelett desselben wird durch die Ringe der Luftröhre und der Bronchien gebildet. Die 3 oder 4 untersten Luftröhrenringe sind mit einander verwachsen und stellen die sog. Trommel dar. Am untersten Luftröhrenring befindet sich ein schmaler Stab, der Steg, welcher gerade an der Trennungsstelle zwischen den beiden Bronchien hindurchgeht. Die drei ersten Halbringe der Bronchien sind groß und breit; zwischen den Vorderenden der ersten Halbringe liegen kleine unpaare Knorpel, welche Stellknorpel (Cartilagines arytaenoideae) genannt werden, An der Innenfläche der dritten Halbringe der Bronchien befinden sich Polster elastischen Gewebes, die äußeren Stimmlippen (Labia externa), ihnen gegenüber an der medialen Bronchienwand kleinere Polster gleicher Art, die inneren Stimmlippen (Labia interna). Das elastische Gewebe, welches die Seitenfläche des Steges bedeckt, bildet oberhalb der Firste desselben eine senkrechte, oben konkav ausgeschnittene Falte, die Halbmondfalte, Membrana semilunaris. — Die Muskulatur des Syrinx wird im einfachsten Fall jederseits durch einen schmalen Muskel dargestellt, welcher seitlich an der Trachea herabgeht und am dritten Bronchialring sich inseriert (Musculus tracheo-bronchialis). Aus diesem Muskel differenziert sich in verschiedenen Stufen eine kompliziertere Muskulatur, wie schon Fürbringer dargelegt hat. Die Nervenäste, welche an die Syrinxmuskulatur herantreten, entspringen aus zwei Hypoglossuswurzeln und einer Wurzel des ersten Cervikalnerven und stehen in Anastomose mit dem Halssympathicus und mit dem Vagus.

Bei den Weibchen der Singvögel ist der Syrinx nicht so gut ausgebildet wie bei den Männchen; er ist meist kleiner, hat schwächere Muskulatur und zeigt geringere Entwicklung der Stimmlippen. Ein ähnlicher Unterschied besteht zwischen geschlechtlich entwickelten und kastrierten Männchen, z. B. Hahn und Kapaun.

Bei dem Gesang ist zu unterscheiden, was durch die Vererbung bestimmt ist (auf kleronomen Bahnen beruht) und was im individuellen Leben erlernt wurde (auf embiontischen Bahnen beruht). Infolge der Vererbung kommen jeder Species bestimmte Laute oder bestimmte Melodien zu, und lassen sich auch für die Familien oft gewisse Töne oder Tonfolgen als charakteristisch bezeichnen. Die Fähigkeit zum Lernen ist bei den Vögeln sehr verschieden; viele Vögel bleiben ganz auf die ererbten Rufe und Strophen beschränkt, manche haben aber die Fähigkeit fremde Melodien oder fremde Töne sich anzueignen. Am größten ist diese Fähigkeit bei den sog. Spottvögeln und bei den sprechenden Vögeln.

Manche Vögel besitzen nur einen einzigen Laut, welcher bei verschiedenen Affekten gebraucht wird; bei anderen Vögeln aber sind für verschiedene Zwecke besondere Laute vorhanden; insbesondere unterscheidet man den Signalruf (Wanderruf) der wandernden oder streichenden Vogelscharen, den Paarungsruf (Frühlingsruf), und schließlich den Gesang, welcher eine oder mehrere Strophen bildet. Der Gesang besteht im einfachsten Falle aus mehrmaliger rhythmischer Wiederholung des Lockrufs. Es kann nicht bezweifelt werden, dass der ursprüngliche Zweck des Gesanges die Anlockung der Weibchen ist. Aber wenn der Gesang nach vollzogener Paarung zur Zeit des Nestbaus und der ersten Bruten ausgeführt wird, lässt sich annehmen, dass er zur dauernden Erregung der Geschlechter beiträgt. Wird der Gesang über die Brutzeit hinaus fortgesetzt, oder im Herbst von neuem angestimmt, so kommt ihm schwerlich eine direkte biologische Bedeutung zu, sondern hat er mehr spielartigen Charakter.

Bei manchen Vögeln ist der Gesang mit einem eigentümlichen Flugspiel verbunden; solcher Singflug findet sich bei der Lerche, der Heidelerche, dem Steinschmätzer, manchen Piepern u. a. Auch die Schnepfen besitzen ein eigenartiges Flugspiel, bei welchem freilich nur ein einfacher Paarungsruf verlautet; bei der Bekassine aber ist der Paarungsruf verschwunden und es findet bei dem Flugspiel eine Tonerzeugung anderer Art statt, nämlich das sog. Meckern, welches auf der vibrierenden Bewegung der Steuerfedern beruht. Bei dem Balzen der Waldhühner ist der Paarungsruf mit merkwürdigen Bewegungen verbunden. Mit den Balzbewegungen verwandt sind die Tänze und die Scheinkämpfe, wobei der Paarungsruf nebensächlich wird und die Schaustellung vor den Weibchen die Hauptsache ist. — So zeigt der Verf., in welchem phylogenetischen Zusammenhang die verschiedenen Bewerbungskünste der Vögel aus einander entstanden sein können. **H. E. Ziegler** (Jena). [98]

Zur Frage über die Wirkung der Neutralsalze auf Flimmerzellen.

Von Dr. **M. Genkin.**

Aus dem histologischen Institut der Kaiserlichen Moskauer Universität.

(Vorläufige Mitteilung.)

Bei Untersuchungen über die Wirkung verschieden konzentrierter Lösungen von Neutralsalzen und Säuren auf das Flimmerepithel der Nasenschleimhaut, kam ich unter Anderem zum Schlusse, dass die lebende Flimmerzelle als physiologisches Reagens für

Tonicitätsbestimmung[1]) einer gegebenen Substanzlösung dienen kann.

In einer Kochsalzlösung von 0,6 : 100 behalten bei Zimmertemperatur die Härchen der Flimmerzellen an Mund- und Nasenhöhle des Frosches ihre Bewegungsfähigkeit im Verlaufe von 30—36 Stunden, selbstverständlich wenn keine Flüssigkeitsverdampfung stattfindet. Die Stärke und Größe der Versuchsobjekte spielt eine Rolle: bei den Zellen der kleinen und schlecht genährten Frösche bewegen sich die Härchen viel schwächer und kürzere Zeit, als bei denen der großen und starken Exemplare.

In einer Lösung von 0,6 : 10 Wasser, also einer 10 mal stärkeren, wie die sogenannte physiologische Kochsalzlösung, verschwinden die Bewegungen der Härchen augenblicklich; die Zellkörper verkleinern sich dabei und schrumpfen zusammen. Ist die Lösung schwächer konzentriert, so schrumpfen die Zellen weniger zusammen und eine größere Zahl von Härchen behalten ihre Bewegungsfähigkeit. Man kann Bewegungen in Lösungen von 0,6 : 15 W., 0,6 : 18 und 0,6 : 20 sehen, aber in allen 3 Fällen in verschiedener Weise:

Im ersten Falle — Lösung 0,6 : 15 — sind sie träge, werden in einzelnen Schlägen und nur von wenigen Härchen ausgeführt. Aus einer Anzahl zusammenhängender Zellen zeichnet sich entweder überhaupt nur eine einzelne Zelle durch flimmernde Bewegung aus, oder es bewegen sich nur vereinzelte Härchen irgend einer gegebenen isolierten Zelle, während die übrigen derselben Zelle angehörenden Härchen bewegungslos sind. Ein vereinzelt sich bewegendes Härchen biegt sich krampfartig, entweder der ganzen Länge nach bis zu einem gewissen Winkel um, oder es wird nur im freien Ende gebogen und bleibt im basalen der Zelle anliegenden Teile unverändert. Der Winkel, den das Härchen oder Härchenende bei seiner Biegung bildet, ist viel kleiner als er in physiologischer Lösung zu sein pflegt (50°), erreicht fast nie mehr als 30°, weit öfter nur 15°. Die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Schlägen eines solchen Härchens können verschieden groß sein, die Zahl der Schläge kann bis zu 3, 2 sogar bis zu 1 per Sekunde sinken (normal zählt man 100 Flimmerbewegungen per Sekunde). Hin und wieder sieht man aus 15—16 Härchen, die einer Zelle angehören, nur ein einzelnes Härchen flimmern, und dann in einer Richtung, die den Bewegungen der benachbarten Zellen entgegengesetzt ist. Eine solche abnorme Bewegung kündigt den nahen Tod der Zelle an, auch wenn sie nicht bloß an einem oder zwei, sondern an allen Härchen einer Zelle zu sehen ist. Die beschriebenen Bewegungen dauern in einer 0,6 : 15 Lösung 30—40 Minuten an.

1) Unter Tonicität verstehe ich verschiedene Konzentrationsgrade isotonischer so wie hypo- und hypertonischer Lösungen, was auch die Größe des osmotischen Druckes wiedergiebt.

Im zweiten Falle — Lösung 0,6 : 18 — sind die Bewegungen viel energischer, werden von einer größeren Anzahl Härchen ausgeführt, dauern 1—3 Stunden an, lassen aber nie eine regelmäßige wellenförmige Bewegung zu Tage treten.

Erst bei einer Konzentration von 0,6 : 20 wird eine allgemeine regelmäßige Bewegung bemerkt, die 5—8 Stunden andauert.

Parallelbeobachtungen an Na_2SO_4, Na_2CO_3 und $MgSO_4$ — Lösungen haben gezeigt, dass für eine jede dieser Lösungen eine bestimmte Konzentration existiert, die die Flimmerbewegung, das Eintreten und Aufhören dieser Bewegungen, in gleicher Weise beeinflussen. So muss für Na_2SO_4 die Lösungskonzentration 0,9 : 20, und für Na_2CO_3—0,7 : 20 sein, um dieselbe Bewegung von derselben Zeitdauer, die für 0,6 NaCl : 20 Lösung charakteristisch ist, hervortreten zu lassen.

Für $MgSO_4$ muss die Konzentration 1,2 : 20 sein. Vergleichen wir diese verschiedenen Konzentrationen (d. genannten Salze), die den gleichen Effekt haben, was Zeitdauer und Charakter der Bewegung betrifft, so können wir uns überzeugen, dass ihnen allen eine gleiche Zahl von Molekülen zukommt, dass sie aequimolekulare Lösungen sind.

Wir lassen eine Tabelle über die Zeitdauer der Flimmerbewegungen in aequimolekularen Lösungen von NaCl, Na_2CO_3 und Na_2SO_4 folgen:[1])

	Zeitdauer der		Zeitdauer der		Zeitdauer der
NaCl — 0,6	Flimmerbew.	Na_2CO_3 — 0,72	Flimmerbew.	Na_2SO_4 — 0,98	Flimmerbew.
100	30—36 St.	„ „	28—32 St.	„ „	30 St.
50	15—20	„ „	18	„ „	15
20	5—8	„ „	3—8	„ „	3
(2) 18	1—3	„ „	$1^1/_2$	„ „	$2^1/_2$
(3) 15	30—40 Min.	„ „	20 Min.	„ „	30 Min.
10	keine	„ „	keine	„ „	keine

Wie an der Tabelle zu sehen ist, beginnt in allen 3 Fällen eine allgemeine schwache Bewegung, die 1 bis 3 Stunden andauert, wenn eine gleiche Anzahl von Grammolekülen der genannten Salze in 18 Teilen Wasser gelöst sind; diese Bewegung wird energischer und dauert 3 bis 8 Stunden, wenn dieselbe Molekülanzahl in 20 Teilen gelöst ist und erst, wenn sie es in 100 Wasser ist, erreicht die Dauer sowie die Energie der Flimmerbewegungen ihr Maximum.

Nehmen wir die physiologische Kochsalzlösung sowie die aequimolekulare Soda- und Glaubersalzlösung für isotonisch in Bezug auf die

1) Um eine Na_2CO_3 Lösung aequimolekular der physiologischen Kochsalzlösung zu erhalten, muss man folgende Proportion anwenden: X : 0,6 = 106 (Molekulargewicht von Na_2CO_3) : 58,5 (Molekulargew. v. NaCl); X = 1,08. Da aber NaCl und Na_2CO_3 in Wasserlösungen sich in freie Jonen Na, Cl und CO_3 zersetzen, wobei der Dissociationscoefficient für NaCl ungefähr = 2 und für Na_2CO_3 = 3 ist, wird X : 1,08 = 2 : 3, woraus X = 0,72. Es wird also 0,7% Na_2CO_3-Lösung einer 0,6% NaCl-Lösung aequimolekülar. Für Na_2SO_4 ist X = 0,98%.

2) Bewegung allgemein, schwach.

3) Bewegung vereinzelter Härchen.

Flimmerzelle an, so müssen wir die anderen in den Tabellen angegebenen Konzentrationen zu den hypertonischen rechnen. In solchen hypertonischen Lösungen erfahren die Zellen eine Schrumpfung, gleichgiltig bei welchem Salze, schon wenn die Lösung zu 20, und besonders scharf aber, wenn sie zu 15 ist. In letzterem Falle dauert die Bewegung wie gesagt 20—40 Minuten, dann verlieren die Härchen für immer ihre Bewegungsfähigkeit, wenn nicht die Konzentration der Lösung abgeschwächt wird. Geschieht dieses Abschwächen nach 40 Minuten, nachdem die Bewegungen schon aufgehört haben, so können diese nicht wiederhergestellt werden. Bei Lösungen zu 10 oder noch konzentrierteren ist etwas Aehnliches nicht zu sehen; die geschrumpften Zellen leben nicht wieder auf. Obengenannte paralelle Beobachtungen über Wirkung der verschiedenen Salze wurden an den Zellen eines und desselben Frosches ausgeführt. Was die hypotonischen Lösungen betrifft, so ist die Dauer der Flimmerbewegungen auch bei ihnen kleiner, aber die Zellkörper schrumpfen nicht zusammen, sondern schwellen an. Da ich nicht in der Lage bin, eine entsprechende Tabelle über die Wirkungen hypotonischer Lösungen vorzubringen, so kann ich nur hinzufügen, dass offenbar auch in diesen Fällen den aequimolekularen Lösungen eine gleiche Dauer der Flimmerbewegungen entspricht. So ist sie bei Lösungen zu 100000 für NaCl—5 Stunden, für Na_2SO_4—4, für Na_2CO_3—5 Stunden.

Wenn also die zu untersuchende Substanz keine chemische Verbindung mit den Eiweißmolecülen des Zellplasmas eingeht und wenn die Lösungskonzentration derartig ist, dass dabei die Härchen ihre Bewegungsfähigkeit behalten, so lässt sich der Zeitdauer und dem Charakter dieser Bewegungen nach, darüber urteilen, ob die Lösung überhaupt isotonisch oder nicht isotonisch ist, der Schrumpfung aber oder Anschwellung des Körpers nach — ob sie hyper- oder hypotonisch ist.

Selbstverständlich kann die Flimmerzelle nur als annäherndes Reagens für die Tonicität von Lösungen dienen; aber in weiten Grenzen, die nächstens näher werden bestimmt werden können, lässt sie sich mit Sicherheit gebrauchen. Ich kann als Beispiel folgende Beobachtung anführen. Nachdem ich eine Na_2SO_4-Lösung aequimolekular einer physiologischen Kochsalzlösung fertig gemacht hatte, bemerkte ich, dass die Flimmerbewegung in dieser Na_2SO_4-Lösung viel schwächer als in der Kochsalzlösung ist, dass sehr viele Härchen sich überhaupt nicht bewegen und dass in verhältnissmäßig kurzer Zeit die oben beschriebene abnorme Bewegung an einigen Härchen zum Vorschein kam; dieses Bild entsprach nicht der gegebenen Konzentration. Es stellte sich heraus, dass bei der Berechnung der aequimolekularen Lösung ein Fehler begangen und die Lösung stärker als nötig genommen worden war (1,47 statt 0,48). [96]

Nervenphysiologie und Tierpsychologie.

Von **E. Wasmann** S. J. (Luxemburg).

In Nr. 15 des XX. Bandes dieser Zeitschrift hat Uexküll[1]) den Versuch gemacht, seinen und seiner Kollegen Standpunkt bezüglich der vergleichenden Tierpsychologie möglichst klar zu formulieren und durch philosophische Gründe zu rechtfertigen. Ich werde nun in aller Kürze darzulegen suchen, inwieweit ich mit den dort entwickelten Anschauungen einverstanden bin, und inwieweit ich dieselben für unannehmbar halte.

Vor Allem möchte ich darauf aufmerksam machen, dass eine völlige Verschiebung des ursprünglichen Fragepunktes meiner Kontroverse mit Bethe stattgefunden hat. Letzterer hatte in seiner Studie „Ueber das Nervensystem von Carcinus maenas“[2]) ausdrücklich betont, dass wir auf den Gebrauch des Analogieschlusses auf dem Gebiete der vergleichenden Psychologie nicht verzichten können. Er nahm damals außer den Reflexen auch noch „psychische Qualitäten“, Empfindung, Gedächtnis u. s. w. als tierpsychologische Faktoren an und stellte als Kriterium für das Vorhandensein psychischer Qualitäten bei einem Tiere das Modifikationsvermögen auf, d. h. das Vermögen, durch Erfahrungen die ursprüngliche Handlungsweise abzuändern, also zu „lernen“. In einer späteren Schrift über die Ameisen und Bienen[3]) suchte dann Bethe auf der ebenerwähnten theoretischen Grundlage den Beweis dafür zu erbringen, dass die Ameisen und Bienen nicht über nachweisbare psychische Qualitäten verfügten, sondern als „Reflexmaschinen“ bezeichnet werden müssten. Dieser Ansicht gegenüber hatte ich in einer größeren Schrift „Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen“[4]) den eingehenden Nachweis geführt, erstens, dass das „Modifikationsvermögen“ nicht schlechthin als Kriterium der psychischen Qualitäten gelten kann; zweitens, dass die Ameisen keineswegs bloße Reflexmaschinen sind, sondern die Bethätigung ihrer angeborenen Reflexmechanismen und Instinkte mannigfaltig zu modifizieren vermögen.

Ich hatte ferner die verschiedenen Formen des „Lernens“, die wir beim Menschen und bei den Tieren auf Grund der biologischen Thatsachen unterscheiden können, näher erörtert und war dabei zum Schlusse gelangt, dass eine wesentliche Kluft der psychischen Begabung nicht zwischen den Ameisen und den höheren Tieren, sondern erst zwischen den höheren Tieren und dem Menschen sich finde.

Später hat dann v. Buttel-Reepen in seiner interessanten Studie in Jahrgang 1900 des Biolog. Centralblattes „Sind die Bienen Reflex-

1) Ueber die Stellung der vergl. Physiologie zur Hypothese der Tierseele.

2) Archiv f. mikroskop. Anatomie L, 1897, besonders S. 486—493.

3) Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben? (Arch. f. d. ges. Physiol. 70. Bd. 1898. S. 15—100).

4) Zoologica, Heft 26, 1899.

maschinen“[1]) den Beweis dafür erbracht, dass auch die Bienen keineswegs als bloße Reflexmaschinen angesehen werden dürfen, sondern über mannigfaltige psychische Qualitäten verfügen. Obwohl dieser Autor andere theoretische Ansichten als ich auf tierpsychologischem Gebiete zu vertreten vorgiebt, so gelangt er doch bezüglich der psychischen Begabung der Bienen thatsächlich zu einem ganz ähnlichen Resultate wie ich bei den Ameisen. Er glaubt der Honigbiene ein zum Teil vortreffliches Gedächtnis, ein reiches Mitteilungsvermögen vermittelst einer sehr entwickelten Lautsprache, ferner das Vermögen, Erfahrungen zu sammeln, zu lernen und Associationen von Eindrücken zu bilden, zuschreiben zu müssen. Gegenüber der anthropomorphistischen Auffassung, welche den Bienen „ein menschenähnliches Bewusstsein und die verschiedenartigsten rein menschlichen Empfindungen zugeschrieben hat“, verhält er sich ablehnend, wie ich es auch bezüglich der Ameisen gethan.

Seitdem hat jedoch Bethe seinen früheren theoretischen Standpunkt völlig verändert. Von „psychischen Qualitäten“ und deren Kriterien soll in der vergleichenden Tierpsychologie nicht mehr die Rede sein. Indem Beer, Bethe und Uexküll den Vorschlag machten zu einer neuen „objektivierenden“ Nomenklatur in der Sinnesphysiologie, wollten sie eine neue Basis für die vergleichende Psychologie schaffen, welche völlig unberührt sein sollte von allen sogenannten subjektiven Deutungen der früheren psychologischen Forschungsmethode. Ich sehe hier ab von den neuen Nomenklaturvorschlägen als solchen, welche mir zu weitgehend scheinen[2]), und will nur den Kern der Frage in's Auge fassen, welcher lautet: Ist es berechtigt, die vergleichende Tierpsychologie auf die Nervenphysiologie zu beschränken und jede Anwendung des Analogieschlusses zur Erforschung der psychischen Vorgänge als unwissenschaftlich zu verwerfen?

Darüber, dass dies wirklich der Kern der Frage ist, kann nach den Darlegungen Uexküll's in der obenerwähnten Abhandlung in Nr. 15, 1900 des Biolog. Centralblattes kein Zweifel mehr bestehen. Wir unterscheiden nach Beer, Bethe und Uexküll drei Elemente, bei oder in Verbindung mit den sogenannten psychischen Vorgängen: I. den objektiven Reiz, welcher ein Sinnesorgan trifft; II. den physiologischen Vorgang im nervösen Apparat oder auf sonstigen Leitungswegen im Organismus; III. die eventuelle Empfindung und die anderen subjektiven Begleiterscheinungen. Das unter III. erwähnte Element ist das psychische Element im eigentlichen Sinne, welches nur durch Analogieschlüsse, die von unserer eigenen inneren Erfahrung ausgehen, erforscht werden kann. Dieses Element ist nun durch Uexküll ausdrücklich aus dem Gebiete der wissenschaftlichen

1) Auch separat erschienen Leipzig 1900.

2) Vgl. hierüber meine Bemerkungen im Biol. Ctbl. 1900 Nr. 10 S. 346 ff.

Tierpsychologie ausgeschlossen worden. Er acceptiert wörtlich eine von mir früher gegenüber Ziegler in einer *argumentatio ad absurdum* gezogene Schlussfolgerung, dass es bei völliger Ablehnung des Analogieschlusses gar keine Tierpsychologie für den Naturforscher mehr geben könne, sondern nur noch Nervenphysiologie. Er sagt: „Diese Schlussfolgerung haben wir denn auch gezogen und verlangen, genau wie Wasmann das ausdrückt, dass man nicht mehr von Tierpsychologie sondern bloß von Nervenphysiologie rede.“ (S. 498).

Wir stehen also wirklich vor der Frage: Ist es gerechtfertigt, die wissenschaftliche Tierpsychologie auf die Nervenphysiologie zu beschränken? Die Antwort auf diese Frage wird von der Prüfung der Gründe abhängen, welche Uexküll für seine Behauptung daselbst angeführt hat.

Der erste seiner Gründe lautet: Wenn wir als Naturforscher von der Ursache auf die Wirkung schließen, so kommen wir bei Untersuchung der tierischen Bewegungserscheinungen niemals über das physiologische Element hinaus; wir stoßen dabei nirgendwo auf ein psychisches Element. — Meine Antwort ist: Statt „Naturforscher“ hätte Herr Uexküll setzen müssen „Nervenphysiologen“; dann wäre jener Satz richtig gewesen, jedoch ohne etwas für Uexküll's These zu beweisen. Der Nervenphysiologe wird allerdings vermöge seiner speziellen Forschungsmethode in den tierischen Bewegungserscheinungen nur Muskelkontraktionen, elektrische Schwankungswellen und andere physiologische Elemente finden, ebenso wie der Chemiker vermöge seiner speziellen Forschungsmethode nur chemischen Verbindungen und Reaktionen in den Organismen begegnet. Er hat daher recht zu sagen: als Nervenphysiologe stoße ich auf kein psychisches Element, aber nicht: als Naturforscher stoße ich auf kein psychisches Element; denn auch der vergleichende Biologe, der sich des Analogieschlusses bedient, um aus den tierischen Bewegungserscheinungen auf die psychische Begabung der Tiere zu schließen, auf das Empfindungsvermögen des Tieres, auf dessen Fähigkeit, durch Erfahrung zu lernen u. s. w. — auch er ist ein denkender Naturforscher, der jedoch nach einer anderen Methode vorangeht als der bloße Nervenphysiologe. Wenn es also Herrn Uexküll nicht anderweitig gelingt, nachzuweisen, dass die nervenphysiologische Methode die einzig kompetente Methode auf dem Gebiete der vergleichenden Psychologie sei, so ist seine Beweisführung hinfällig.

Uexküll hat es jedoch versucht, seinen Beweis auch in dieser Richtung zu vervollständigen. Der zweite von ihm angeführte Beweisgrund lautet nämlich: Zwischen den physiologischen und den psychischen Phänomenen kann es gar keinen Causalnexus geben; also ist es ganz unmöglich, letztere jemals aus ersteren zu erschließen. In diesem Satze liegt in der That, wie auch

Uexküll bemerkt hat, der Kardinalpunkt der ganzen Frage. Wir müssen daher genau untersuchen, inwieweit jener Satz richtig oder unrichtig ist.

Richtig ist er meines Erachtens nur in folgendem Sinne: Die psychischen Phänomene sind ihrem Wesen nach grundverschieden von den physikalisch-physiologischen Vorgängen; also kann zwischen beiden kein Causalverhältnis im Sinne des Energiegesetzes bestehen. Ich stimme Herrn Uexküll vollkommen bei, wenn er sagt: „nur ein ganz oberflächliches Denken kann eine Empfindung für eine physikalische Energieform halten“[1]). Wenn aber Empfindung keine physikalische Energieform ist, so kann zwischen ihr und irgend einer physikalischen Energieform auch kein ursächlicher Zusammenhang im Sinne des Energiegesetzes bestehen; denn es fehlt auf Seite der Empfindung das mechanische Aequivalent für die umzuwandelnde Energie.

Nun aber kommt eine weitere Frage, welche Uexküll außer Acht gelassen hat. Dieselbe lautet: ist das Energiegesetz die einzig mögliche Form des Causalgesetzes in der Natur? Diese Frage muss ich entschieden verneinen; denn dem Causalgesetze im weiteren Sinne unterliegt jeder gesetzmäßige Zusammenhang zweier Erscheinungen, welche sich erfahrungsgemäß zu einander verhalten wie Ursache und Wirkung. Wo es sich um mechanische Faktoren handelt, muss sich zwischen ihnen das Causalgesetz in Form des Energiegesetzes bethätigen; aber es wäre verkehrt, hieraus schließen zu wollen, dass das Energiegesetz auch für die Wechselwirkung zwischen psychischen und mechanischen Faktoren gelten müsse, falls zwischen beiden überhaupt ein causaler Zusammenhang möglich sein sollte. Jene physikalisch-chemischen Prozesse im Organismus, welche die Begleiterscheinungen des psychischen Geschehens sind, unterliegen allerdings dem Energiegesetze; das psychische Geschehen selbst unterliegt ihm jedoch nicht, und kann ihm nicht unterliegen, eben weil es ein psychisches und kein mechanisches Geschehen ist.

Es ist also sehr gut denkbar, dass zwischen den physiologischen und den psychischen Vorgängen in unserem Organismus ein gesetzmäßiger Causalzusammenhang bestehe, obwohl er nicht in mechanischen Aequivalenten sich ausdrücken und nicht in mathematische Formeln sich fassen lässt. Dafür aber, dass ein solcher Zusammenhang überdies thatsächlich besteht, bietet die physiologische Psychologie Beweise genug. Die Analyse einer jeden unserer Sinneswahrnehmungen, z. B. einer Farbenempfindung, bestätigt bis zur Evidenz, dass nicht bloß zwischen den Lichtwellen des Mediums und den physikalisch-chemischen Veränderungen, welche sie in unserem Sehorgan und unserem Nerven-

1) Deshalb kann man auch nicht, und zwar noch viel weniger als bezüglich der Empfindung, schlechthin von einer „Entdeckung der Denkorgane“ durch Flechsig u. s. w. reden, wie es Haeckel und andere Vertreter des realistischen Monismus zu thun pflegen. Diese Redeweise wäre nur dann richtig, wenn das Denken eine adaequate Funktion des materiellen Organes sein könnte.

apparat hervorrufen, ein gesetzmäßiger Causalnexus bestehe, sondern dass ein ebenso gesetzmäßiger Causalnexus auch zwischen den letztgenannten physiologischen Prozessen und dem psychischen Akte der Farbenempfindung bezw. der Gesichtswahrnehmung besteht. Die Aetherwellen von einer bestimmten Länge und Schwingungszahl verursachen den physiologischen Photoreceptionsprozess und letzterer verursacht die entsprechende psychische Empfindung „Roth". Das ist eine Beobachtungsthatsache, an der sich nichts ändern lässt, und zu der noch Tausende von analogen Beispielen sich erbringen ließen.

Ich betone also nochmals: dass ein gesetzmäßiger Causalzusammenhang zwischen physiologischem und psychischem Geschehen[1]) nicht bloß möglich sondern wirklich ist, wird durch die physiologische Psychologie mit Sicherheit bewiesen. Da aber jeder Mensch diesen gesetzmäßigen Zusammenhang in sich selber thatsächlich erfährt, ist er logisch genötigt, ihn auch bei anderen Menschen anzunehmen. Nehmen wir ihn aber beim Menschen allgemein an, so müssen wir ihn auch bei jenen Tieren annehmen, welche ähnlich gebaute Sinnesorgane haben und auf die betreffenden Sinnesreize in ähnlicher Weise reagieren wie wir. Hiemit dürfte die Berechtigung, ja die logische Notwendigkeit der Anwendung des Analogieschlusses in der vergleichenden Psychologie klar bewiesen sein. Lehnt man den Analogieschluss schlechthin ab, so darf man nicht mehr behaupten, dass andere Menschen sehen, fühlen, hören u. s. w.; das wäre aber offenbar ein ganz unhaltbarer Skeptizismus. Erkennt man dagegen die Berechtigung des Analogieschlusses prinzipiell an, so muss man auch zugeben, dass eine vorsichtige Anwendung desselben in der vergleichenden Tierpsychologie durchaus wissenschaftlich ist.

Leider ist von den Vermenschlichern des Tierlebens vielfacher Missbrauch mit dem Analogieschluss durch übereilte und unlogische Anwendung desselben getrieben worden[2]). Diesem Missbrauch bin ich in

1) Wundt, Mach, Edinger und andere Autoren bezeichnen den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen den physiologischen und den entsprechenden psychischen Vorgängen als Parallelismus beider Erscheinungsreihen. Diese Ausdrucksweise fasst vorzüglich die psychischen Begleiterscheinungen der physiologischen Vorgänge in's Auge, während ich in meiner obigen Darlegung mich hauptsächlich auf jene Fälle bezog, wo der physiologische Prozess den psychischen erregt, so dass letzterer zu ersterem sich erfahrungsgemäss wie die Wirkung zur Ursache verhält. Die Hauptsache ist jedenfalls nicht das für jenen Zusammenhang zu wählende Wort, sondern die Thatsache des gesetzmässigen Zusammenhanges zwischen physiologischem und psychischem Geschehen, welche es uns ermöglicht, durch Induktion die Gesetze jenes Zusammenhanges festzustellen und diese Gesetze dann durch den Analogieschluss in der vergleichenden Psychologie zu verwerten. Ob man jenen als „Zusammenhang" oder als „Auslösung" bezeichnet, ist ebenfalls Nebensache.

2) In dieser Richtung dürfte neuerdings auch P. Ballion in seiner Schrift „La mort chez les animaux" (Bazas 1900) zu weit gegangen sein, indem er den Tieren vielfach ethische Gefühle zuschreibt, zu deren Annahme die biologischen Thatsachen nicht berechtigen (besonders p. 73 und 74).

allen meinen tierpsychologischen Schriften entschieden entgegengetreten, was jeder, der sie gelesen hat, zur Genüge weiß. Aber es hieße das Kind mit dem Bade ausschütten, wenn man deshalb die Berechtigung einer kritisch sorgfältigen Anwendung des Analogieschlusses verwerfen wollte.

Das „wie?“ des gesetzmäßigen Zusammenhanges zu erklären, welcher thatsächlich zwischen mechanisch-physiologischem und psychischem Geschehen besteht, bietet nicht geringe theoretische Schwierigkeiten, wie die Geschichte der Erklärungsversuche zeigt, die von den verschiedenen philosophischen Systemen in dieser Beziehung gemacht wurden. Ich begnüge mich daher mit einer kurzen Andeutung meiner Anschauung hierüber. Wenn die mechanisch-physiologischen und die psychischen Vorgänge im empfindenden Subjekte zwei vollkommen von einander getrennte Erscheinungsreihen wären, die nicht durch irgend etwas zu einer Einheit verbunden sind, so würde allerdings eine geordnete Wechselwirkung zwischen beiden undenkbar sein. Jene Einheit kann aber nur dadurch bewirkt werden, dass das Prinzip des psychischen Lebens mit dem Organismus zu einem einzigen Thätigkeitsprinzip, zu einer „Substanz“ verbunden ist. Da wir das Prinzip des psychischen Lebens „Seele“ nennen, folgt aus dieser Erwägung nicht nur die Notwendigkeit der Annahme einer Seele, sondern auch die Notwendigkeit der Annahme einer substantiellen Einheit von Seele und Leib im empfindenden Subjekte.

Ich kann daher Herrn Uexküll selbstverständlich nicht beistimmen, wenn er die Annahme einer Seele leichthin als „altes Gerümpel“ bezeichnet. Obwohl wir uns von dem Wesen der Tierseele nur eine sehr unvollkommene Erkenntnis aus den tierischen Lebenserscheinungen zu erwerben vermögen, so scheint mir doch die Existenz eines derartigen Prinzips aus den oben erwähnten Gründen ein notwendiges Postulat unseres Denkens zu sein.

Der hauptsächlichste und schwerwiegendste Grund, den Uexküll für die Beschränkung der vergleichenden Psychologie auf eine bloße Nervenphysiologie anführt, dass nämlich kein „Causalnexus“ zwischen den physiologischen und den psychischen Erscheinungen möglich sei, dürfte hiermit erledigt sein, indem ich nachgewiesen:

1. dass ein gleichmäßiger Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungsreihen thatsächlich besteht, und 2. dass dieser Zusammenhang uns berechtigt und sogar nötigt, die Resultate der eigenen inneren Erfahrung bezüglich desselben auch auf andere Menschen und auf die Tiere durch vorsichtig angewandte Analogieschlüsse zu übertragen. Also ist die Anwendung des Analogieschlusses in der vergleichenden Psychologie wissenschaftlich nicht bloß zulässig, sondern sogar unentbehrlich.

In Bezug auf die übrigen von Uexküll zur Rechtfertigung seines Standpunktes angeführten Beweismomente kann ich mich kürzer fassen.

Der dritte seiner Gründe lautete: Wir vermögen über die Qualität der tierischen Empfindungen nichts Präzises auszusagen; also ist es nutzlos, vergleichende Psychologie in diesem Sinne zu treiben. „Was gewinnen wir dadurch", so fragt er, „dass wir den Ameisen Empfindungen im allgemeinen zuschreiben, da wir nicht im Stande sind, bei ihnen eine einzige präzisierte Qualität nachzuweisen"?

Meine Antwort hierauf ist: Wir vermögen über die Qualität der tierischen Empfindungen auf Grund der bisherigen biologischen Methode sehr Vieles auszusagen, was von wissenschaftlichem Werte ist für die vergleichende Tierpsychologie. Zum Belege hierfür werden Aug. Forel's „Fourmis de la Suisse"[1]), J. Lubbock's „Observations on ants, bees and wasps" und meine „Psychischen Fähigkeiten der Ameisen" völlig genügen. Nur in Bezug auf die Gesichtswahrnehmungen der Ameisen will ich dies etwas näher erläutern. Nach Lubbock's bekannten Versuchen reagieren die Ameisen auf die ultravioletten Strahlen des Spektrums wie auf eine Farbe. Wir müssen daraus schließen, dass die Ameisenaugen eine Farbe mehr empfinden als wir; dadurch wird aber die Empfindung auch der übrigen Farben des Spektrums bei den Ameisen wahrscheinlich eine von der unsrigen etwas verschiedene Qualität erhalten; daher ist es zweifelhaft, ob z. B. ihre Blauempfindung mit der unsrigen analog ist. Aber ich glaube kaum, dass irgend ein Biologe Uexküll's Ansicht teilen wird, dass unsere ganze Kenntnis der Farbenempfindungen der Ameisen desshalb wertlos sei, weil wir über die letzte Qualität derselben keinen Aufschluss erhalten. Aehnlich verhält es sich mit den übrigen durch die vergleichende Biologie erschlossenen Eigentümlichkeiten der Gesichtswahrnehmungen bei den Ameisen. Wir vermögen mit Bestimmtheit nachzuweisen, dass die Ameisen nicht nur die Färbung, sondern bis zu einem gewissen Grade auch die Gestalt der Objekte unterscheiden können; ferner, dass sie auf Grund der durch wiederholte Gesichtswahrnehmungen erworbenen Erfahrungen lernen und ihre frühere Handlungsweise modifizieren können. Ja wir vermögen sogar aus den Mimicry-Erscheinungen, welche sich bei manchen Gästen der Ameisen finden, bis zu einem relativ hohen Grade den Anteil festzustellen, welchen der Gesichtssinn und der Fühlertastsinn der Ameisen an der Unterscheidung ihrer Gäste haben. Kein Biologe wird diese Ergebnisse mit Uexküll deshalb als wertlos bezeichnen wollen, weil wir nicht zu entscheiden vermögen, ob die Ameisen das Blau als unser Blau und das Rot als unser Rot empfinden!

Ebenso muss ich auch Uexküll's Behauptung entgegentreten, dass es für die vergleichende Psychologie nutzlos sein soll, den Bau

1) Ebenso auch desselben Autors „Experiences et remarques critiques sur les sensations des insectes".

des Ameisengehirns anatomisch zu erforschen. Die vergleichenden Untersuchungen, welche Edinger und andere Forscher über den feineren Bau des Gehirns bei den höheren Tieren angestellt, haben nicht unwichtige Anhaltspunkte für die vergleichende Psychologie geliefert, z. B. über die steigende Vollkommenheit des Associationsvermögens mit der vollkommeneren Entwicklung der Hirnrinde. Aehnliche Resultate dürften auch aus der vergleichenden Anatomie des Gehirns der Insekten sich ergeben. Wenn wir finden, dass z. B. bei den psychisch hochbegabten geselligen Hymenopteren die corpora pedunculata des Protocerebrums, besonders die Becher derselben, eine relativ enorme Entwicklung im Vergleich zu anderen psychisch niedrig stehenden Insekten aufweisen, so sind wir berechtigt, der Entwicklung des Beihirns der Insekten eine analoge Bedeutung für die psychische Begabung der Arthropoden zuzuschreiben wie sie die Entwicklung der Großhirnrinde bei den Vertebraten besitzt. Hiezu kommen noch die Untersuchungen über den Verlauf der Faserbündel im Gehirn der Insekten, z. B. der von Viallanes[1]) erbrachte Nachweis, dass der Centralkörper des Gehirns der Wespe mit allen übrigen Gehirnteilen durch mannigfaltige Faserzüge verbunden ist. Diese anatomischen Strukturverhältnisse liefern bereits eine hohe aprioristische Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Associationsvermögen der Wespe ein gutentwickeltes sein müsse; sie sind demnach von bedeutendem Werte auch für die vergleichende Psychologie.

Als vierten Beweisgrund für seinen exklusiv nervenphysiologischen Standpunkt führt Uexküll weiterhin Folgendes an: „Gedächtnis, Wahrnehmung, Empfindung sind doch nur Einteilungen von psychischen Qualitäten. Einen positiven Inhalt diesen Formeln zu geben, ist weder Wasmann noch sonst jemand im stande".

Uexküll verwechselt hier offenbar den psychologischen Inhalt jener Begriffe mit dem nervenphysiologischen Inhalte derselben. Welches der erstere ist, darüber geben die Lehrbücher der Psychologie hinlänglichen Aufschluss. Was den letzteren anbelangt, hege ich die Hoffnung, dass es nach und nach gelingen werde, auch die nervenphysiologische Grundlage der als Gedächtnis, Wahrnehmung u. s. w. bezeichneten psychischen Prozesse zu erforschen. Untersuchungen, wie sie z. B. H. E. Ziegler jüngst bezüglich der cytologischen Basis des Instinktes und der Intelligenz[2]) angestellt, begrüße ich mit Freuden, weil ich der Ueberzeugung bin, dass die Fortschritte der Nervenphysiologie von großem Nutzen für die vergleichende Psychologie sein werden. Die psychologische und die nervenphysiologische Auffassung von Instinkt, Intelligenz u. s. w. sollen sich nach meiner An-

1) Ann. Sc. Nat.. Zool. (7) II. 1887 p. 44.

2) La base cytologique de l'instinct et de la mémoire (Trav. Labor. Instit. Solvay 1900 T. III. Fasc. 3).

sicht gegenseitig ergänzen, aber sie sollen und können sich nicht gegenseitig ersetzen. Die psychologische Betrachtungsweise auszuschließen und die nervenphysiologische allein gelten zu lassen — wie Uexküll und seine Kollegen vorschlagen — scheint mir ebenso verkehrt zu sein, wie wenn man die psychologische Betrachtungsweise allein gelten lassen und die nervenphysiologische als unwissenschaftlich verbannen wollte. Nur aus der Einseitigkeit des von Uexküll vertretenen Standpunktes ist seine Behauptung erklärlich, dass die Seelenhypothese in der vergleichenden Psychologie nichts zu leisten vermöge.

Es ist ferner zu bedauern, dass Uexküll, wie er weiterhin erklärt, gar nicht weiß, welche Philosophie ich in meinen bisherigen tierpsychologischen Schriften vertreten habe, während er doch meine philosophischen Anschauungen zu widerlegen vorhatte. Speziell in meiner Schrift „Instinkt und Intelligenz im Tierreich“ (2. Aufl. 1899) würde er die nötige Aufklärung hierüber leicht gefunden haben. Aus jener Schrift konnte er auch ersehen, dass es ein historischer Irrtum ist, zu glauben, vor Kant habe „die Herrschaft des reinen Denkens“ in der Philosophie gewaltet. Dass die naturwissenschaftliche Erkenntnis ihren Stoff aus der Sinneserfahrung schöpfen müsse, ist eine uralte Wahrheit, die nicht erst von Kant entdeckt wurde, sondern bereits ein Grundaxiom der aristotelischen Philosophie bildete; ja diese Wahrheit ist eigentlich so alt als der gesunde Menschenverstand, der auch die Grundlage für jede wissenschaftliche Forschung sein und bleiben muss[1]).

Zum Schlusse wünsche ich der jungen Wissenschaft der vergleichenden Physiologie aufrichtig das beste Gedeihen. Wie schon oben bemerkt, werden aus dem einträchtigen Zusammenarbeiten der Nervenphysiologie mit der vergleichenden Psychologie für letztere große Vorteile erwachsen. Wenn man jedoch versucht, beide in einen feindlichen Gegensatz zu einander zu bringen und die Nervenphysiologie an die Stelle der Psychologie zu setzen, so kann ich dies nicht, wie Uexküll hoffte, „als eine Wohlthat empfinden“, sondern ich muss es vielmehr als einen bedauerlichen Missgriff ansehen. Die richtige Forschungsmethode in der vergleichenden Psychologie ist jene, welche den Mittelweg einhält zwischen zwei gleich gefährlichen Extremen: zwischen der kritiklosen Vermenschlichung der tierischen Lebensäußerungen einerseits, und der ausschließlich mechanisch-physiologischen Erklärung derselben andererseits. Durch zwanzigjährige Beschäftigung mit der vergleichenden Psychologie bin ich zu dieser Ueberzeugung gelangt, und Uexküll's neuester Versuch, seinen und seiner Kollegen Standpunkt näher zu begründen, konnte mich nur in dieser Ueberzeugung bestärken.

1) Auf die von Uexküll zwischen der „Seelenhypothese“ und der Astrologie, Alchemie und anderen „Gespenstern der Vorzeit“ gezogene Parallele brauche ich wohl nicht einzugehen, da sie nicht zur Sache gehört.

Dr. Walter Schönichen und Dr. Alfred Kalberlah. B. Eyserth's, Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches.

Naturgeschichte der mikroskopischen Süßwasserbewohner.

III. vollst. neubearb. u. vermehrte Aufl. 8. VII u. 554 Stn., über 700 Abb. auf 16 Tafeln. Braunschweig 1900. Benno Goeritz.

Die beiden Verfasser haben sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, dem Eyserth'schen Buche eine vollständige Neubearbeitung angedeihen zu lassen, welche dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entspricht. Dass dabei ein Werk entstand, das, wie die beiden Autoren einleitend hervorheben, vom alten Eyserth eigentlich nur noch den Namen führt, ist in der fortschreitenden Entwicklung des Forschungsgebietes begründet und kann sicherlich nur als ein Vorzug des umfangreichen Werkes angesehen werden. Bei der Bedeutung, welche den niedrigsten Organismen in der gegenwärtigen Epoche der biologischen Forschung zukommt, die sich so intensiv mit Zellstudien befasst, wird sicherlich eine brauchbare Systematik allen beteiligten Faktoren erwünscht sein. Die Autoren verfolgen bei der Anordnung ihres Buches vor allem den Zweck eine Bestimmung der zu untersuchenden Objekte zu ermöglichen. Dass die Verfasser sich auf eine einfache tabellarische Anordnung des Stoffes nicht beschränken konnten, ist hauptsächlich durch die bearbeitete Materie mitbedingt, da gerade bei den niedrigsten Lebewesen die rein morphologischen Charaktere zu einer befriedigenden Bestimmung oft durchaus nicht hinreichen; in solchen Fällen muss dann das Studium der Physiologie der betreffenden Organismen ergänzend eingreifen. Offenbar haben sich die Autoren von diesen Gesichtspunkten leiten lassen, indem sie den morphologischen Gattungs- und Artenbeschreibungen eine knappe Uebersicht der Lebenserscheinungen hinzufügten. Im allgemeinen wurden aber nur jene Arten angeführt, z. B. bei den Bakteriaceen, welche ohne komplizierte kulturelle Methoden zu bestimmen sind. Diese Unvollständigkeit kann um so leichter hingenommen werden, als ja zur genaueren Untersuchung nach dieser Richtung hin, die Vertrautheit mit spezialistischen Arbeiten erforderlich ist. Das Ziel, dass an der Hand des Buches der Untersucher sein Objekt wenigstens in der Gattung richtig benennen wird, wenn auch nicht alle bekannten Arten erwähnt werden, ist wohl erreicht. Neben einem geschichtlichen Ueberblick und einer kurzen Einführung in die Methodik umfasst das Werk von der Süßwasser-Fauna und -Flora die *Schizophytae, Euphyceae* und *Fungi,* ferner die *Protozoa* und *Rotatoria.* Der textliche Teil wird durch XVI Lichtdrucktafeln wirksam unterstützt.

Dass mitunter eine oder die andere Anschauung vorgetragen wird, welche sich nicht allgemeiner Zustimmung erfreuen kann, wird dem Werte und Zwecke des Buches nicht abträglich sein. Wenn z. B. eine *Vampyrella* zielbewusst auf eine *Spirogyra* zusteuern soll und diesem Heliozoon ein Willen, ja sogar ein Schimmer einer Seele zuerkannt wird, so werden sich die Physiologen wohl schwerlich mit dergleichen Anschauungen identifizieren. **R. F. Fuchs** (Erlangen). [19]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Januar 1901.** **Nr. 2.**

Inhalt: **Clautriau**, La digestion dans les urnes de *Nepenthes*. — **Voigt**, Ueber eine Gallerthaut bei *Asterionella gracillima* Heib. und *Tabellaria fenestrata* Kütz. var. *asterionelloides* Grun. und ihre Beziehung zu der Gallerte der Foraminiferen, Heliozoen und Radiolarien. — **Koninski**, Beitrag zur Kenntnis des Trypanosoma sanguinis bei den Batrachiern. — **Imhof**, Wassermolluskenfauna der Schweiz, insbesondere der Seen. — **Chun**, Aus den Tiefen des Weltmeeres. — **Kobert**, Ueber das mikrokristallographische Verhalten des Wirbeltierblutes. — Berichtigung.

Georges Clautriau, La digestion dans les urnes de Nepenthes.

(Extrait du tome LIX des Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, 1900.)

Unter den „insektivoren" Pflanzen gehört *Nepenthes* mit ihren eigentümlichen oft lebhaft gefärbten „Kannen" zu den merkwürdigsten und zugleich zu denjenigen, welche für die Untersuchung der bei der Verdauung der gefangenen Tiere stattfindenden Vorgänge die günstigsten Bedingungen darbietet. Findet doch diese Verdauung statt in einer von der Kanne in verhältnismäßig großer Menge ausgeschiedenen Flüssigkeit, mit der sich leichter operieren lässt, als mit dem schleimigen Sekret der *Drosera*-Arten u. a.

Vor einigen Jahren freilich erschienen Angaben von Dubois und Tschutkin, welche *Nepenthes* die Verdauungsfähigkeit absprachen; es sollte sich bei der Auflösung der in den Kannen gefangenen Tiere um die Thätigkeit von Mikroorganismen handeln. Diese Angaben wurden indess durch vom Ref. in Verbindung mit Herrn Dr. Loew ausgeführte Untersuchungen[1]) als irrig erwiesen. Es zeigte sich, dass allerdings kränkliche Pflanzen in ihren Kannen keine verdauenden Enzyme ausscheiden, dass aber gesunde Pflanzen zweifellos eine echte von der Thätigkeit der Mikroorganismen ganz unabhängige Verdauung besitzen. (Es sei von den zahlreichen Verdauungsversuchen hier nur

1) Pflanzenbiolog. Schilderungen, II. Teil. Marburg 1893.

ein von Dr. Loew am 13. Juni 1892 ausgeführter als Beispiel genannt: In eine Kanne von *Nepenthes Sedeni*, welche 5—6 cm Flüssigkeit enthielt, in der nur einige kleine Fliegen vorhanden waren und die sehr sauer reagierte, wurden einige Fibrinflocken gebracht. Nach 24 Stunden — (in andern Fällen viel früher!) — waren diese gelöst, die Flüssigkeit war klar und geruchlos, Bakterien weder durch direkte Untersuchung noch durch Impfungen in Nährgelatine nachweisbar. Die filtrierte Lösung wurde mit einigen Fleischfasern und noch $1^0/_{00}$ Ameisensäure versetzt bei 35° digeriert. Nach 5 Stunden war das Fleisch bis auf Spuren häutiger Substanz aufgelöst. Die Lösung selbst ergab weder Niederschlag mit Salpetersäure noch mit Ferrocyankalium + Essigsäure, wohl aber sehr schöne Biuretreaktion. Es war also, bei Abwesenheit aller Bakterien, Peptonisierung eingetreten.)

Die Untersuchungen von Clautriau, welcher leider vor kurzem der Wissenschaft durch einen frühzeitigen Tod entrissen wurde, sind nun namentlich auch dadurch von Interesse, dass sie zum Teile nicht an Gewächshauspflanzen, sondern an in Java wildwachsenden namentlich der in der Gebirgsregion Westjavas nicht seltenen *Nepenthes melamphora* angestellt wurden[1]). In Tjibodas am Gedéh befindet sich ein zu dem botanischen Garten in Buitenzorg gehöriges Laboratorium, das auch dem Verf. seine Untersuchungen erleichterte.

Er benutzte als Material für seine Verdauungsversuche Hühnereiweiß, dem er durch Zusatz von Eisenvitriol die Koagulierbarkeit beim Erhitzen entzogen hatte (10 ccm Eiweiß mit 90 ccm Wasser geschüttelt erhalten einen Zusatz von $^1/_{10}$ mg Eisenvitriol, welcher auf die Verdauung nicht einwirkt). Dieses nicht koagulable Eiweiß lässt sich auch leicht sterilisieren.

Zunächst schildert der Verf. das Vorkommen und den Insektenfang von *Nepenthes melamphora*. Frühere Beobachter (Haberlandt, Massart) hatten berichtet, dass die Kannen nur spärliche Reste von Insektenkörpern aufweisen. Clautriau hat dies nicht bestätigt. Er fand, dass namentlich die Kannen der Wurzelrosette stets Insekten in ziemlicher Menge enthielten, und weist darauf hin, dass die Wälder, in denen *Nepenthes* wächst, überhaupt nicht reich sind an Insekten, speziell an Ameisen, um die es sich hauptsächlich handelt. „En somme, on peut dire que si à Java cette plante ne capture pas d'énormes quantités d'insectes, c'est que les insectes à capturer sont peu nombreux."

Die von den Kannen abgesonderte Flüssigkeit reagiert bei ungeöffneten Kannen neutral. Der Verf. fand aber die merkwürdige Thatsache, dass eine starke Erschütterung der Kanne oft bewirkt, dass die Flüssigkeit nach einiger Zeit sauer reagiert. Dieselbe Wirkung hat

1) Günstiger wäre wohl *N. ampullaria*, die auf Singapore in Menge wächst, bei der höheren Temperatur des tropischen Tieflandes werden hier bedeutendere Wirkungen zu erwarten sein, als in der kühleren Bergregion.

die Einführung eines Fremdkörpers in die Urne z. B. 1—2 cm langer Stücke ausgezogener Glasröhren, ebenso natürlich die Fütterung mit Eiweiß. Es fanden sich in den Kannen auch öfters Insektenlarven, die darin leben, ohne von dem Verdauungsenzyme angegriffen zu werden. Dass Ameisen und andere Insekten in der Kannenflüssigkeit rasch untersinken, führte Cl. auf die Thatsache zurück, dass die Insektenkörper durch die Flüssigkeit benetzt werden (vergl. auch Goebel a. a. O. p. 163) die infolge ihrer Anwesenheit ausgeschiedene Säure mag ihren Tod beschleunigen, aber es scheint keine besondere Substanz vorhanden zu sein, welche speziell diesem Zwecke dienen würde.

Die gefangenen Tiere werden verdaut und zwar, wie Cl. bestätigt, nicht durch Mikroorganismen. Diese waren z. B. sicher ausgeschlossen, wenn das oben erwähnte sterilisierte Eiweiß in ungeöffnete Kannen gebracht wurde. Stets (auch bei geöffneten Kannen) bewirkt dieser Zusatz Säureausscheidung oder vermehrt sie. Nach zwei Tagen war in kräftigen Kannen das Albumin verschwunden. Peptone konnten in der Flüssigkeit nicht nachgewiesen werden, die Umwandlungsprodukte des Albumins werden von den Kannen sofort aufgenommen; durch Versuche „in vitro“ sollte dann festgestellt werden, ob die Thätigkeit der Pflanze nur in der Ausscheidung einer Säure und einer Zymase besteht; es wurde die Flüssigkeit aus geöffneten und ungeöffneten Urnen mit $^1/_3$ inkoagulablem Eiweiß versetzt, teilweise mit Zusatz einiger Chloroformtropfen. Es trat keinerlei Peptonisierung ein, nur einmal (als das Sekret einer besonders, kräftigen Kanne benützt wurde) waren Albumosen nachweisbar. Das negative Resultat dürfte teilweise den niedrigen Temperaturen, bei denen Cl. arbeitete, zuzuschreiben sein. Die Zymaseabscheidung bei seinen Pflanzen war offenbar nur schwach, C. meint, dass eine vollständige Peptonisierung der Eiweißkörper nicht nötig sei, um sie aufnahmefähig zu machen. Bemerkenswert sind die Resultate, die sich mit von der Pflanze abgetrennten Kannen ergaben: die Abtrennung unterbrach vollständig die Verdauung des Albumins, woraus der Verf. schließt, dass eine wirkliche Regulierung der Verdauung bei *N. melamphora* stattfinde. Bei Kannen, welche gefüttert sind, glaubte er auch mikroskopisch sich von einer Proteinanhäufung an den den Drüsen benachbarten Zellen überzeugen zu können.

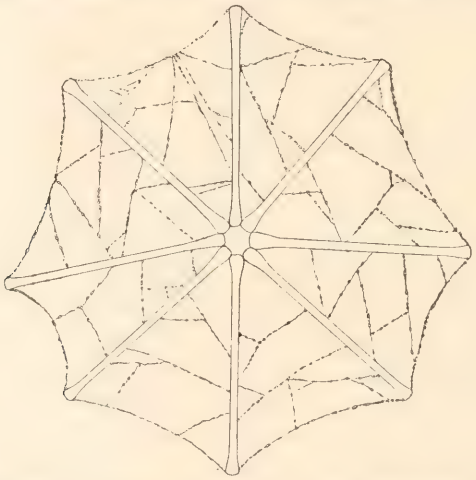
Eine weitere Reihe von Versuchen bezieht sich auf in Gewächshäusern kultivierte Exemplare. Bei *Nepenthes Mastersiana* ließ sich die peptonisierende Wirkung des Kannensekretes leicht nachweisen, durch Erwärmen auf 100° wurde sie verhindert. Verschiedene Einzelheiten mögen unerwähnt bleiben, da sie wesentliche Bestätigung früherer Angaben enthalten, unter Anwendung exakterer Methoden. Auch darin stimmt der Verf. seinen Vorgängern bei, dass er die Drüsen der

Kanne als Sekretions- wie als Absorptionsorgane betrachtet, welche die Peptone aufzunehmen haben. Die Zymase, welche abgesondert wird, muss als ein Pepsin betrachtet werden; für die Vermutung von Vines, dass die Zymase ein Trypsin sei und Leucin (resp. Tyrosin oder Amidosäuren) unter den Verdauungsprodukten sich finden, ergaben sich keine Anhaltspunkte. **K. Goebel.** [28]

Ueber eine Gallerthaut bei *Asterionella gracillima* Heib. und *Tabellaria fenestrata* Kütz., *var. asterionelloides* Grun. und ihre Beziehung zu der Gallerte der Foraminiferen, Heliozoen und Radiolarien.

Von **Max Voigt**, Plön.

Zu den mannigfachen Ausrüstungen der Planktondiatomeen als Schwebewesen gesellt sich bei *Asterionella gracillima* Heib. und *Tabellaria fenestrata* Kütz., var. *asterionelloides* Grun. eine Gallerthaut, die sich zwischen den Frusteln der Kolonien ausspannt. Um die Haut nachzuweisen, setzt man einer frischen Planktonprobe, welche die ge-



nannten Kieselalgen enthält, auf dem Objektträger einige Tropfen Karbolfuchsin (Grübler, Leipzig) zu, legt das Deckglas auf und saugt nach ein bis zwei Minuten mittels Fließpapiers Wasser durch. War die Planktonprobe unmittelbar vor der Färbung dem Wasser entnommen, dann zeigt sich die Gallerthaut, welche sich zwischen den Strahlen der Diatomeensterne wie der Schirmbezug zwischen den Stäben eines Schirmes ausspannt. Die Haut selbst nimmt den Farbstoff nur wenig an, dagegen färben sich feine Fäden, welche zwischen den Strahlen sichtbar sind, intensiver rot. Diese Fäden ziehen regellos von Strahl zu Strahl, stehen häufig untereinander in Verbindung und bestehen zum größten Teile aus einzeln oder dicht aneinander liegenden Körnchen.

Während die Gallerthaut außerordentlich empfindlich ist, sind die Fäden bedeutend widerstandsfähiger. Selten trifft man einen Stern, der die vollständige Gallerthaut, wie sie die beigegebene Abbildung zeigt, noch aufweist. Infolge der großen Klebrigkeit der Gallerte haften die Diatomeen bei dem Filtrieren des Wassers durch die Netzwand aneinander und zerreissen sich gegenseitig die Gallerte. Die Klebrigkeit der Haut macht es auch erklärlich, dass die Diatomeensterne häufig zusammenhängend bei der Durchmusterung der Planktonproben gefunden werden, oder dass Zacharias von „großen Mengen eines gelben Schleimes" redet[1]), wenn sich *Asterionella gracillima* fast ausschließlich im Plankton findet.

Bei dem Nachweise der Haut und der Fäden hat sich Karbolfuchsin am besten bewährt.

Tinktion mit Methylviolett oder wässriger Fuchsinlösung gaben weniger gute Resultate; Methylenblau und Vesuvin versagten. Auch das Einlegen der Diatomeen in eine Tuscheemulsion demonstrierte die Gallerthaut nicht; denn bei der Dünne des Objekts tritt die Tusche über und unter dasselbe. Nimmt man die Färbung nach längerem Stehen der Planktonprobe vor, so zeigen sich von der Gallerthaut nur noch Fragmente, meist aber nur noch einzelne Fäden. In Formol konserviertes Diatomeenmaterial weist ebenfalls nur noch Reste der Haut oder der Fäden auf. Eine Fixierung der Gallerte und der Fäden mit Chromosmiumessigsäure oder Sublimat lieferte nur teilweise gute Ergebnisse. Bei dem mehrfachen Auswaschen leiden diese zarten Bestandteile der Diatomeen zu sehr.

Die Untersuchungen wurden an Asterionellenmaterial aus dem Großen Plöner See vorgenommen. Die Kolonien von *Asterionella* zeigten meist acht Strahlen. Später gelang es, Material von der vierstrahligen Form dieser Diatomee zu erhalten. Auch diese Koloniebildung weist die Gallerthaut auf.

Der Zwischenraum in der Mitte der Diatomeenkolonien enthält weder Gallerte noch Fäden.

Die Gallerthaut der beiden Diatomeen dient offenbar zur Erhöhung der Schwebfähigkeit. Die Kieselalgen werden sich als Scheiben, bei vergrößertem Volumen und nur minimal erhöhtem spezifischen Gewichte, leichter in den oberen Schichten des Wassers erhalten, als wenn die Kolonien nur aus Strahlen beständen. Wie der Fallschirm des Luftschiffers zwecks steten Fallens eine kleine Oeffnung aufweist, so scheint auch die Oeffnung in der Mitte der Kolonie der Stetigkeit der Bewegung derselben zu dienen. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass sich Choanoflagellaten, *Diplosiga frequentissima* Zach. und *Salpingoeca convallaria* Stein meist zahlreich rings um die Oeffnung an-

1) O. Zacharias, Ueber Periodizität und Vermehrung der Planktonwesen. Biol. Centralbl., 1894, Bd. XIV, p. 230.

siedeln. Wahrscheinlich führt der ab- bezw. aufsteigende Wasserstrom bei dem jeweiligen Steigen und Sinken der Kolonien den Kragenmonaden Nahrung zu. Nähert sich die Lebensdauer der Asterionellen oder Tabellarien dem Ende, dann geht auch die Gallerthaut zu Grunde, und die Diatomeen sinken zu Boden. Asterionellensterne aus einer Wassertiefe von 15 und 20 m mittels der Müllerschen Schöpfflasche entnommen, hatten die Haut meist schon vollständig verloren.

Schütt[1]) betont, dass bei den Diatomeen der Hochsee sich eine Verwendung der Gallerte zur Koloniebildung nicht finde. Strodtmann[2]), der Schütt's Ergebnisse für die Hochsee mit den Lebensverhältnissen des Süßwasserplanktons vergleicht, stellt für letzteres auch das Fehlen in Gallerte eingebetteter Diatomeen fest. Er findet aber diese Erscheinung sonderbar genug.

Später haben dann Schröter[3]) und Lauterborn[4]) für *Cyclotella comta var. radians* Kütz. Koloniebildung durch Gallertausscheidung[5]) in Form einer Hülle nachgewiesen. Zu diesem Vorkommnis kommen nun noch *Asterionella gracillima* und *Tabellaria fenestrata var. asterionelloides* hinzu.

Durch ihre Gallerte und wohl auch durch die Fäden in derselben treten die genannten Planktondiatomeen in Beziehung zu den pelagisch lebenden Foraminiferen, zu den Heliozoen und zu den Radiolarien. Auch bei diesen Organismen wird die Gallerte als Mittel zur Erhöhung der Schwebfähigkeit verwandt. Von *Hastingerina Murrayi Wyw. Thomson* teilt Murray[6]) mit, dass die lebenden Tiere eine gallertige Umhüllung aufweisen. Durch dieselbe ziehen sich wahrscheinlich Sarkodenetze, die von der Oberfläche der Gallerte die Pseudopodien entspringen lassen[7]). Eine gallertige Umhüllung besitzen nach Archer die Vertreter der *Chlamydophora*, *Heterophrys* und *Sphaerastrum*[8]). Leidy giebt für *Acanthocystis turfacea Cart.* eine dicke äußere Umhüllung von durch-

1) Schütt, Pflanzenleben der Hochsee. 1893.

2) Strodtmann, Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Plön. Ber., III, 1895.

3) Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen. Zürich 1896. p. 51.

4) Lauterborn, Ueber das Vorkommen der Diatomeengattung. *Atheya* und *Rhizosolenia* in den Altwässern des Rheins. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XIV, 1896, p. 12.

5) Die Gallertausscheidung dürfte bei den pelagisch lebenden Organismen eine noch größere Verbreitung besitzen als bisher bekannt ist. Auch bei der stachligen Cyste (*Cladopyxis* Stein?), welche Hensen in seinem Werke „Ueber die Bestimmung des Planktons", Kiel 1887, p. 79 erwähnt, und die im Plankton der Ostsee häufig anzutreffen ist, ließ sich durch Karbolfuchsin Gallerte zwischen den Stacheln nachweisen.

6) Proc. roy. soc. XXIV, p. 532.

7) Bütschli, *Protozoa*, I. Bd., 1. Abt., p. 125.

8) ibid., p. 297.

sichtigem Plasma (?) an[1]). Bei *Acanthocystis lemani Pénard* wurde durch Färbung mit Karbolfuchsin an frischen Exemplaren eine gallertige Hülle zwischen den Stacheln sichtbar, welche nicht auf einen beginnenden Encystierungsprozeß zurückzuführen war.

Für die Radiolarien haben die Untersuchungen R. Hertwig's gezeigt, dass eine Gallerte als extracapsulärer Bestandteil sich ganz allgemein bei diesen Organismen findet. Der genannte Forscher betont auch die große Klebrigkeit der Radiolariengallerte[2]). Wenn man in R. Hertwig's Arbeit „Der Organismus der Radiolarien" die Bilder von *Acanthochiasma rubescens* (Taf. I Fig. 1), von *Flagiacantha abietina* (Taf. VII Fig. 6), vor allem aber von *Coelacantha anchorata* auf Taf. IX Fig. 2 betrachtet, so fällt die überraschende Aehnlichkeit der Protoplasmafäden mit den Fäden in der Gallerthaut von *Asterionella* und *Tabellaria* auf. Dort wie hier zeigt sich die gleiche Differenzierung der Fäden.

Die Fäden könnten wohl als besondere Abscheidungsform der Gallerte dieser als Stütze dienen, aber die Annahme, dass wir hier Protoplasmafäden vor uns haben, hat mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Für die plasmatische Natur der Fäden spricht ihre stärkere Tinktionsfähigkeit und größere Resistenz im Gegensatze zur Gallerte. Auch aus der großen Aehnlichkeit der Fäden mit dem Protoplasmanetze in der Gallerte der Radiolarien wird eine gleiche Natur dieser Bildungen wahrscheinlich. Schließlich muß auch die Entstehung der Gallerte in Betracht gezogen werden. Zwar gelang es mir nicht, an ausgeglühten Exemplaren von *Asterionella gracillima* seitliche Oeffnungen wahrzunehmen, durch welche ein Austreten des Protoplasmas erfolgen könnte; doch werden dieselben wohl vorhanden sein, da sonst eine Ausscheidung auch nur der Gallerte nicht gut denkbar ist. Vielleicht dürfte sogar ein dünner Protoplasmaüberzug den in Frage kommenden Diatomeen zukommen. Wenn die Fäden, welche die Gallerte durchziehen, nicht aus Protoplasma bestehen, dann ist die Bildung der Gallerthaut, namentlich zwischen den beiden ältesten Schalenhälften, zwischen der Mutter- und ersten Tochterzelle einer solchen Diatomeenkolonie schwer zu erklären.

Die Gallerthaut zwischen den Frusteln der Kolonien von *Asterionella gracillima* und *Tabellaria fenestrata var. asterionelloides*, welche für die Erhöhung der Schwebfähigkeit dieser Planktondiatomeen von großer Bedeutung ist, dürfte nach den obigen Ausführungen eine Ausscheidung der Protoplasmafäden sein, die sich zwischen den Strahlen der Diatomeensterne ausspannen.

Biolog. Station, am 3. Okt. 1900. [88]

1) ibid., p. 300.

2) R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien, Jena 1879, p. 115.

Beitrag zur Kenntnis des Trypanosoma sanguinis bei den Batrachiern.

Von **Karl Koniński.**

Bezirkstierarzt in Wieliczka.

Mir vorbehaltend, die obgenannte Gattung in einer umfassenderen Arbeit monographisch zu bearbeiten, will ich einstweilen über einige Beobachtungen referieren, die zu sammeln ich bei der Beschäftigung mit dem Gegenstande Gelegenheit hatte. In der Absicht, vor allem eine Uebersicht über das Vorkommen der Trypanosomen unter dem am leichtesten zugänglichen Material zu gewinnen, untersuchte ich zahlreiche einheimische Lurche, speziell die Batrachier, von denen bisher nur *Rana* (*esculenta* und *temporaria*) und *Hyla arborea* als Wirte dieser interessanten Blutparasiten verzeichnet worden sind. Meine bezüglichen Nachforschungen ergaben nun, dass außer bei *Rana*, hier besonders häufig bei *R. esculenta* (32,8 % aller Fälle), minder häufig bei *R. temporaria* (13,2 %), und *Hyla* (Danilewsky), hier wegen der zu geringen Zahl der untersuchten Exemplare wahrscheinlich von mir nicht beobachtet, diese Parasiten auch bei den *Bufoniden* zu finden sind. — Speziell wurden unter 33 in dieser Hinsicht geprüften Stücken des *B. viridis* — 4 als mit zahlreichen Trypanosomen behaftet notiert (12,1 %). Ueber ihr Vorkommen bei *B. cinereus* und *B. calamita* kann ich leider nichts Sicheres berichten, da mir die erste Art in zu geringer Zahl von Exemplaren, die zweite überhaupt gar nicht zur Verfügung stand [1]). Bemerkenswert ist dagegen, dass die Parasiten bei den *Pelobatiden* gar nicht vorzukommens cheinen, wenigstens habe ich sie unter 28 genauest untersuchten Individuen von *P. fuscus*, sowie 52 Stücken (darunter 25 Larven) des *Bombinator igneus* bei keinem einzigen derselben angetroffen. Desgleichen habe ich sie im Blute der Schwanzlurche (über zwanzig Stücke des *Trito vulgaris*, vorwiegend Larven) regelmäßig vermisst. In allen positiven Fällen wurde auch die Altersklasse der infizierten Tiere (nach ihrer Größe urteilend) notiert, und konnte aus den erhaltenen Ziffern der Schluss gezogen werden, dass, im Allgemeinen die Zahl der mit Trypanosomen behafteten Tiere mit dem Alter derselben wächst, obwohl bei *R. esculenta* auch die jüngsten Exemplare (nach beendeter Metamorphose) bereits dieselben aufweisen. Bei in die Gesamtzahl der untersuchten Exemplare nicht aufgenommenen Kaulquappen der *R. esculenta*, sowohl bei älteren, vierfüßigen, wie bei jüngeren, zweifüßigen, konnte ich dagegen die Parasiten kein

1) Erst während des Druckes dieses Artikels gelang es mir von der Abhandlung Grassi's (Surqu elques protistes endoparasites, Arch. ital. de biol. T. II, p. 426) Kenntnis zu nehmen, worin der Verf. berichtet, dieselben auch bei *Bufo vulgaris* öfters gesehen zu haben.

einziges Mal auffinden, weshalb ich die positiven Funde Danilewsky's[1]) und Kruse's[2]) als Seltenheit bezeichnen muss. Obwohl ich keinen plausibelen Grund anzugeben wüsste, wie das Geschlecht des Wirtes von Einfluss auf die Häufigkeit dieses Parasiten sein könnte, habe ich doch, die Angabe Gruby's[3]) prüfend — wo es, ohne das Tier töten zu müssen, angängig war, nämlich bei *R. esculenta* —, das Geschlecht der infizierten Exemplare notiert, und, in Wirklichkeit, die Parasiten zweimal häufiger bei Männchen, als bei Weibchen gefunden, — ein noch seiner Erklärung bedürfendes Verhalten.

Alle diese Untersuchungen wurden, dem Auftreten der Frösche gemäß, hauptsächlich während der wärmeren Jahreszeit vorgenommen, doch habe ich, früheren Beobachtern (Gruby, Gaule, Rättig) entgegen, einen Einfluss der Jahreszeit auf die Häufigkeit des Trypanosoma bei Fröschen nicht feststellen können, im Gegenteil, mit Trypanosomen infizierte Exemplare sowohl im Frühlinge (sowohl an überwinterten, wie an frischgefangenen Fröschen), wie im späten Herbste gefunden, und aus speziell die Chronologie des Auftretens der Parasiten im Blute ins Auge fassenden Untersuchungen mich überzeugen können, dass dieselben, einmal in das Blut eingeschleppt, beharrlich, wahrscheinlich des Wirtes ganzes Leben lang, darin bleiben, sich in demselben einerseits vermehrend[4]), anderseits, unter Umständen, ihren Tod findend, was eine, logisch zu postulierende, bisher unbekannte Zweigentwickelung, wahrscheinlich mit vorübergehender Dauerform und Aenderung des Wirtes, selbstverständlich nicht ausschließt. Wenigstens haben meine an infizierten und gesunden (trypanosomafreien) Fröschen und Kröten, sowohl periodisch, bei einigen Stücken jeden Tag (durch 8.9 bis 24 Tage nacheinander), bei anderen jeden zweiten Tag, bei noch anderen in unregelmäßigen Intervallen während eines längeren Zeitraumes (bis zu 2 Monaten, bei einem Stücke über ein Jahr) angestellten Beobachtungen ganz übereinstimmend gelehrt, dass sowohl das Vorhandensein, wie das Nichtvorhandensein der Parasiten — bei in Terrarien gehaltenen und mit Regenwürmern gefütterten Tieren — dauernd ist[5]), dass also,

1) Biol. Centralblatt V, S. 529; Derselbe, Parasitologie comparée du sang, 1888 S. 133.

2) Über Blutparasiten, Virch. Arch. CXX, S. 557.

3) Sur une nouvelle espèce d'hématozoaires, Trypanosoma sanguinis, Compt. rend. Ac. sc. t. XVII. p. 1134.

4) Die feineren Details des Vorganges anderswo zu beschreiben beabsichtigend, erwähne ich hier nur, dass ich im frisch dem Tiere entnommenen Blute, von den für Protozoen bekannten Vermehrungsmodi nur (bereits von Danilewky, l. c., gesehene) Knospung (bei *Amoeba rotatoria* Mayer [De organo electrico et de Haematozois] = einfachste membranöse Danilewsky's) beobachtet habe.

5) Es konnte dabei sichergestellt werden, dass das Zusammenleben infizierter und gesunder Tiere die Infektion der letzteren nicht herbeiführt.

angesichts des Umstandes, dass die trypanonosomahaltigen Individuen alle Zeichen der besten Gesundheit darboten, und dass gerade bei den kräftigsten Exemplaren die Parasiten im voraus mit ziemlicher Sicherheit zu erwarten waren — die „Trypanosomiasis" der Batrachier keineswegs als eine, etwa anfallsweise, nach Art der *Malaria* oder der *Febris recurrens*, wiederkehrende, akute oder chronische, parasitäre Krankheit zu betrachten ist, sondern als ein die Gesundheit des Wirtes nicht schädigender Kommensalismus, wie es übrigens Gruby und Danilewsky bereits betont haben. Bei diesem Sachverhältnisse muss der Befund toter Trypanosomen im Blute notwendigerweise ein erhöhtes Interesse in Anspruch nehmen und glaube ich deshalb die betreffende Beobachtung in extenso wiedergeben zu dürfen.

Am 21./IV. v. J. wurden im Blute eines erwachsenen Wasserfrosches, außer sehr spärlichen lebenden, auch einige vollkommen und dauernd (bei fortlaufender Beobachtung) unbewegliche Exemplare der Species „*Amoeba rotatoria* Mayer" notiert; dieselben zeigen gänzlich erhaltene Form, die „undulierende Membran" ragt auf der (konvexen) Seite als (unbeweglicher) gefranster, regelmäßige Vorsprünge und Einkerbungen weisender Rand, nur das im Leben lange Flagellum ist nicht unterscheidbar. Auch sind an einigen Stellen des Präparates amorphe, durch ihre Umrisse an Trypanosomen (dieselbe Species) erinnernde Körnchenhaufen vorhanden. Die lebenden Stücke sind wenig lebhaft und scheinbar dem Absterben nahe. Fünf Tage später waren aus dem Blute des Tieres die toten Trypanosomen verschwunden (lebende waren immer zu finden), und ist mir übrigens, trotz eifrigem Nachsuchen, nicht mehr gelungen, die Beobachtung zu wiederholen. Als hierhergehörig betrachte ich jedoch das an einem anderen Frosche von mir festgestellte Vorkommen amöboid beweglicher Exemplare der *Amoeba rotatoria* Mayer[1]): bei erhaltener Grundform und Flagellum (das letzte verlängert und wenig beweglich) unterschieden sie sich von normalen Parasiten durch den Mangel der undulierenden Membran, an deren Stelle sich nur wenige, ganz unmerklich gegen das Flagellum rückende Pseudopodien befanden; in derselben Zeit änderte auch der ganze Körper langsam seine Umrisse, was jedoch, wie auch die progressive Bewegung der Pseudopodien, nur durch Vergleich der, in passenden Intervallen entworfenen, Zeichnungen festgestellt werden konnte. Obwohl die weiteren Schicksale der Parasiten nicht verfolgt wurden, glaube ich jedoch in dieser Varietät des Trypanosoma eine

1) Nicht zu verwechseln mit dem leicht zu beobachtenden „Amöboid-Stadium" Danilewsky's („Amöbocyt" Gaule's), auch von anderen Beobachtern, speziell von Rättig, beschrieben, welches von diesem Trypanosoma unter kugeliger Zusammenziehung des Körpers und Abwerfung des Flagellums als Einleitung zur Vermehrung eingenommen wird. Mit kleinen Modifikationen kommt diese Metamorphose auch bei anderen Species vor.

prämortale, involutive Form sehen zu dürfen, was, angesichts der Thatsache, dass es sich um frisch dem Körper entnommenes Blut handelte, dass wir also mit keinem Kunstprodukt zu thun hatten, notwendig, im Zusammenhange mit dem Befunde toter Parasiten, die Frage anregen muss, ob wir es hier mit einem eaccidentellen, der Wirkung physiologischer Kräfte des Wirtsorganismus zuzuschreibenden, oder vielmehr mit einem, im Gesetze der Entwickelung des Parasiten selbst seine Begründung findenden natürlichen Prozess zu thun haben. Mit dieser prinzipiellen, das allgemeine Problem des Todes bei den Protozoen berührenden Fragestellung will ich einstweilen diese Voruntersuchungen abschließen, die Morphologie und Biologie der Parasiten einem späteren Studium überlassend. [82]

Wassermolluskenfauna der Schweiz, insbesondere der Seen.

Von Dr. phil. **Othm. Em. Imhof.**

Die Systematik der Mollusken wird, wie bei anderen Tiergruppen, wo reiche Mannigfaltigkeit der Formen die Gebiete bevölkern, von verschiedener Seite nach ziemlich schroff einandergegenüberstehenden Prinzipien behandelt. Gerade die Malakologen sind zur Zeit in fast feindliche Schulen getrennt.

Es ist daher sehr schwierig oder gar gefährlich nicht ganz auf der einen oder anderen Seite Anhalt zu suchen. Demnach kann gegenwärtig nur auf einem Mittelwege der Fortschritt der Erforschung der Lebensverhältnisse offen gehalten werden. Einen solchen schlage ich in der vorliegenden faunistisch-malakologischen Darstellung speziell der Molluskenfauna der Schweizerseen ein, hoffend später nach Ausgleichung der systematischen Differenzen die gegebenen Verzeichnisse dann präcisieren zu können.

Die Formenmannigfaltigkeit der Wassermollusken ist ziemlich reich. Namentlich die Gattungen *Anodonta*, *Unio* und *Limnaea* bieten ansehnliche Schwierigkeiten in der Art- und Varietätenbegrenzung. Folgende Momente möchten aber zu erwägen sein.

Die Entwicklung der Individuen steht unter dem wesentlichen Einfluss einer gewissen Ruhe, die vorwiegend in der Nacht, aber auch in der Tageszeit, so in den Mittagsstunden, normaler Weise herrscht. Sind diese Ruhezeiten länger andauernd gestört, so leidet die ganze Natur, Pflanzen und Tiere, darunter, und die Folgen davon sind die Hemmung normaler Entwicklung und normalen Wachstums. Die Organismen erlangen nicht ihre Lebensstärke, sie bleiben schwach, erreichen nicht die charakteristische Altersform. Auf diese Weise entstehen wohl viele Nebenformen, die als Varietäten beschrieben werden. Sammeln wir diese Naturobjekte ohne Rücksicht auf die obgewalteten temporären anormalen hemmenden Lebenseinflüsse, so erhalten wir natürlich vielerlei Formen als Annäherungsstücke und scheinbare Uebergangsformen, die leicht als grenzenlose Formenreihe angesehen werden können, in welcher die Schwierigkeit der Artbestimmung und Artabgrenzung, nochmehr der Feststellung des Varietätenhabitus sehr groß wird.

Die Störungen der gesetzmäßigen Ruhezeiten sind einerseits die mehr oder weniger regelmäßigen Witterungsübergangszeiten und unregelmäßige Winde und Niederschläge. Andererseits treten in den kausalen Vordergrund die der Natur entgegenwirkenden Vorkommnisse, die die Lebensharmonie unseres Planeten beunruhigen, trüben und unterdrücken, selbst gewaltsam verunmöglichen: diese letzteren verursacht insbesondere der Techniker der Gegenwart mit seinen „kunstvollen Maschinen".

In meinem ersten summarischen Bild ist die Repräsentation der Gattungen dargestellt. Die vorliegende Arbeit giebt nun auch die Arten- und Varietäten-Benennungen und ihr wesentliches Vorkommen in unsern Schweizerseen, basierend auf einer Gesamttabelle der schweizerischen Seemollusken.

Zur Zeit ist der Zuwachs folgender:

V. Subnivale Region .	2300–2700 m	7 Seen	9 Seen	
IV. Alpine Region . .	1800—2300 „	7 „	11 „	
III. Obere Waldregion .	1200–1800 „	9 „	11 „	Total 59 Seen.
II. Untere Waldregion	700—1200 „	8 „	13 „	Total 78 Seen.
I. Thalregion . . .	bis 700 m ü. M.	28 „	34 „	
	Zahl der Species 84, Varietäten 62.			
	Zahl der Species 104, Varietäten 87.			

I. Klasse: *Lamellibranchiata.* I. Ordnung. *Asiphoniata.* 1. Fam.: *Unionidae.*

1. Genus: *Anodonta.*

cygnea v. L.
rostrata Brt.
ventricosa Pf.
idrina Sp.
cellensis Schtr.
helvetica Bgt.
minor Brt.
dilatata Brt.
anatina v. L.
rostrata Brt.
abbreviata Brt.
major Brt.
major rostrata Brt.
elongata Brt.
pictetiana de Mrt.
rostrata Brt.
piscinalis Nlsn.
anatinella Stbl.
rostrata K.
atrovirens nemoralis Stbl.
complanata Zglr.
mutabilis exsulcerata Vll.
oviformis Cn.
de charpentieri Kstr.
tumida Kstr.
psammita Brt.
lacustrina Cn.
paludosa Pn.
rayi Dud.
gallica Bgt.
rostrata confervigera Schltr.
depressa Schdt.

2. Genus: *Unio.*

pictorum v. L.
limosus Nls.
proëchus Bgt.
actephilus Bgt.
moussonianus Cn.
requieni Mchd.
vulgaris Stbl
oriliensis Stbl.
blauneri Sh.
tumidus Phl.
godetiana Cn.
inflatus Sr.
batavus Lek.
amnicus Rlr.
ater Nls.
squamosus de Ch.
ovatus Stdr.
sinuatus Stdr.
lacustris Cn.
crassus Rzk.
verbanicus Str.
sanderi Rlr.
neocomiensis Drt.

II. Ordnung: *Siphoniata.* 2. Fam.: *Cycladidae.*

3. Genus: *Sphaerium.*

corneum v. L.
nucleus Stdr.
rivicola Sch.
duplicatum Cn.

4. Genus: *Calyculina.*

lacustris Mz.
rueckholti Nun.

5. Genus: *Pisidium.*

amnicum Mr.
inflatum Mgrl.
henslowianum Shpp.
intermedium Gs.
fossarinum Cn.
ovatum Cn.
obtusale Pf.
pusillum Gln.
nitidum Juns.
roseum Schlr.
milium Hld.
italicum Cn.
locarnense Cn.
loveni Cn.
profundum Cn.
foreli Cn.
occupatum Cn.
demissum Cn.
urinator Cn.
fragillimum Cn.
quadrangulum Cn.
clessini Sck.
studeri Cn.
miliolum Cn.
tritonis Cn.
imbutum Cn.
prolongatum Cn.
novaevillae Cn.
asperi Cn.
de charpentieri Cn.
demersum Cn.
luganense Cn.
casertanum M. T.
moussonianum Cn.

II. Klasse: *Gasteropoda.* I. Ordnung: *Pulmonata.* 1. Fam.: *Valvatidae.*

1. Genus: *Valvata.*

piscinalis Mr.
obtusa Pf.
scalaris de Ch.
alpestris Bl.
antiqua Swb.
cristata Mr.
colbeaui Rn.
lacustris Cn.
agglutinata Schm.
depressa Pf.

2. Fam.: *Paludinidae.*

1. Genus: *Vivipara.*

pyramidalis Cst.
fasciata Mr.

2 Genus: *Bythinia.*

tentaculata v. L.
producta Mk.
ventricosa Gr.
insubrica de Ch.
stabilei de Ch.

3. Genus: *Bythinella.*

cylindrica Ps.

3. Fam.: *Limnaeidae.*

1. Genus: *Limnaea.*

stagnalis v. L.
vulgaris Hun.
lacustris Stdr.
bodamica Cn.
media Hun.
de charpentieri Cn.
turgida Mnk.
elophila Bgt.
angulosa Cn.
productissima Rn.
arenaria Clb.
profunda Cn.
auricularia v. L.
contracta Cn.
albescens Cn.
moratensis Cn.
lagotis Schtr.
papilla Stdr.
papillaris Hun.
acutior Grs.
ampla Hun.
monardi Hun.
hartmanni de Ch.
canalis Vll.
obtusa Klb.
tumida Hld.
mucronata Hld.
alpestris Cn.
rosea Gll.
ovata Dud.
patula Dsmst.
lacustrina Cn.
obtusa Klb.
foreli Cn.
peregra Mr.
curta Cn.
blauneri Sh.
marginata Mchd.
vosgesiaca Ptn.
disjuncta Ptn.
elongata Cn.
frigida de Ch.
palustris Mr.
corvus Gml.
fusca Pf.
flavida Cn.
curta Cn.
abyssicola Brt.
teres vulgaris Pf.
truncatula Mr.
oblonga Ptn.

2. Genus: *Physa.*

fontinalis v. L.

3. Genus: *Planorbis.*

marginatus Dnd.
angustatus Hnn.
carinatus Mr.
dubius Hun.
vortex v. L.
vorticulus Tschl.
charteus Hld.
spirorbis v. L.
rotundatus Prt.
tenellus Hun.
septemgyratus Zglr.
contortus v. L.
crista v. L.
cristatus Bd.
albus Mr.
lemniscatus Hun.
deformis Hun.
crosseanus Bgt.
complanatus v. L.
nitidus Mr.

4. Genus: *Ancylus.*

fluviatilis Mr.
gibbosus Bgt.
rupicola Bn.
riparius Dsmst.
capuloides In.
lacustris v. L.

I. Kl. *Lamellibranchiata.*

I. Ordn. *Asiphoniata.*

1. Fam. *Unionidae.*

1.	Genus *Anodonta.*	11	Spec.	21	Vrt.			
2.	„ *Unio.*	8	„	15	„	Fam. *Unionidae*	19 Spec.	36 Vrt.

II. Ordn. *Siphoniata.*

2. Fam. *Cycladidae.*

3.	Genus *Sphaerium*	4	Spec.	—	Vrt.			
4.	„ *Calyculina*	2	„	—	„			
5.	„ *Pisidium*	31	„	3	„	Fam. *Cycladidae*	37 Spec.	3 Vrt.

II. Kl. *Gasteropoda.*

III. Ordn. *Pulmonata.*

3. Fam. *Valvatidae.*

6.	Genus *Valvata*	9	Spec.	1	Vrt.	Fam. *Valvatidae*	9 Spec.	1 Vrt.

4. Fam. *Paludinidae.*

7.	Genus *Vivipara*	2	Spec.	—	Vrt.			
8.	Genus *Bythinia*	3	„	2	„			
9.	Genus *Bythinella*	1	„	—	„	Fam. *Paludinidae*	6 Spec.	2 Vrt.

5. Fam. *Limnaeidae.*

10.	Genus *Limnaea*	12	Spec.	39	Vrt.			
11.	Genus *Physa*	1	„	—	„			
12.	Genus *Planorbis*	17	„	3	„			
13.	Genus *Ancylus*	3	„	3	„	Fam. *Limnaeidae*	33 Spec.	45 Vrt.
							104 Spec.	87 Vrt.

Wesentliches über die Familien.

Cycladiden und Limnaeiden sind die reichsten Familien an Zahl der Species, Unioniden und Limnaeiden die reichsten an Varietäten.

Unioniden fehlen nur den Seen des Inngebietes und in vertikaler Beziehung den 3 oberen Regionen.

Cycladiden finden sich in allen 4 Wassergebieten und allen 5 Höhenregionen.

Valvatiden fehlen wiederum den Engadinerseen und in den beiden obersten Höhenregionen.

Paludiniden kommen in allen Hauptstromgebieten vor, fehlen auch den 2 obersten Höhenregionen.

Limnaeiden besitzen alle Wassergebiete und alle Höhenregionen.

Cycladiden und Limnaeiden haben somit die weiteste und allgemeinste Verbreitung.

Die Genera nach Reichtum an Arten und Varietäten, nach horizontaler und vertikaler Verbreitung.

Die Zahl der süßwasserbewohnenden Gattungen 13 ist noch eine kleine. Nach der Zahl der Species und Varietäten erhalten wir die Reihenfolgen:

Species	Varietäten	Species	Varietäten
Pisidium	31 *Limnaea*	39 *Bythinia*	3 Keine Varietäten
Planorbis	17 *Anodonta*	21 *Ancylus*	3 *Sphaerium*
Limnaea	12 *Unio*	15 *Vivipara*	2 *Calyculina*
Anodonta	11 *Pisidium*	3 *Calyculina*	2 *Vivipara*
Valvata	9 *Planorbis*	3 *Bythinella*	1 *Bythinella*
Unio	8 *Ancylus*	3 *Physa*	1 *Physa.*
Sphaerium	4 *Bythinia*	2	
	Valvata	1	

Verbreitung in den 4 Hauptwassergebieten.

Anodonta fehlt dem Donaugebiet.

Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
II. Region in 2 Seen.		II. Region in 2 Seen.
I. „ in 2 Seen.	I. Region in 3 Seen.	I. „ in 19 Seen.

Unio fehlt auch nur dem Donaugebiet.

Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
		II. Region in 2 Seen.
I. Region in 2 Seen.	I. Region in 4 Seen.	I. Region in 11 Seen.

Sphaerium fehlt auch nur dem Donauseengebiet im Engadin.

Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
II. Region in 1 See.		II. Region in 2 Seen.
I. Region in 2 Seen.	I. Region in 2 Seen.	I. Region in 7 Seen.

Calyculina fehlt dem Donau- und Rhonegebiet.

	Pogebiet.	Rheingebiet.
		II. Region in 1 See.
	I. Region in 1 See.	I. Region in 6 Seen.

Pisidium findet sich in allen Wassergebieten und in mehr als der Hälfte ihrer Regionen. 13.

Donaugebiet. V. Region in 1 See. III. Region in 4 Seen.

Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
V. Region in 3 Seen.	V. Region in 1 See.	V. Region in 2 Seen.
IV.	IV. Region in 3 Seen.	IV. Region in 7 Seen.
III. Region in 1 See.	III. Region in 1 See.	III.
II.	II.	II Region in 4 Seen.
I. Region in 3 Seen.	I. Region in 2 Seen.	I. Region in 15 Seen.

Valvata kommt in den 3 Wassergebieten Rhone, Po und Rhein vor.

Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
		III. Region in 1 See.
II. Region in 1 See.		II. Region in 2 Seen.
I. Region in 3 Seen.	I. Region in 2 Seen.	I. Region in 11 Seen.

Vivipara fehlt dem Rheingebiet.

Donaugebiet.	Rhonegebiet.	Pogebiet.
III. Region in 1 See.	I. Region in 1 See.	I. Region in 2 Seen.

Bythinia, auch diese Gattung fehlt bloß im Donaugebiet.

Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
II. Region in 1 See.		II. Region in 1 See.
I. Region in 1 See.	I. Region in 2 Seen.	I. Region in 10 Seen.

Bythinella fand sich bis jetzt nur in 1 See des Pogebietes, im tiefstgelegenen.

Pogebiet.
I. Region in 1 See.

Limnaea in allen Höhenregionen und allen Wassergebieten.

Donaugebiet.	Rhonegebiet.	Pogebiet.	Rheingebiet.
V. Region in 1 See.	V. Region in 1 See.	V. Region in 1 See.	V. Region in 1 See.
	III. Region in 2 Seen.	IV. Region in 3 Seen.	IV. Region in 4 Seen.
		III. Region in 1 See.	III. Region in 3 Seen.
		I. Region in 3 Seen.	II. Region in 8 Seen.
			I. Region in 21 Seen.

Physa kommt nur in Seen des Po- und Rheingebietes und zwar nur in der Thalregion vor.

Pogebiet.	Rheingebiet.
I. Region in 2 Seen.	I. Region in 7 Seen.

Planorbis kennen wir aus allen Wassergebieten.

Donaugebiet	III. Region in 3 Seen.	
Rhonegebiet	II. Region in 2 Seen.	I. Region in 2 Seen.
Polgebiet	I. Region in 2 Seen.	
Rheingebiet	II. Region in 4 Seen.	I. Region in 17 Seen.

Ancylus wurde bisher nur in der Thalregion in 3 Wassergebieten beobachtet, fehlt also im Donaugebiet.

Rhonegebiet.	I. Region in 1 See.
Pogebiet.	I. Region in 2 Seen.
Rheingebiet.	I. Region in 9 Seen.

Die folgende Tabelle giebt das Gesamtbild der Vertretung der Genera in den 78 Seen. (Siehe S. 50/51.)

Aus dieser Tabelle gehen folgende bemerkenswerte Ergebnisse hervor: Die größte Verbreitung erweisen die Genera *Pisidium* in 47 Seen und *Limnaea* in 55 Seen, beide in allen 5 Regionen vorkommend zugleich; sind sie auch die 2 reichsten Gattungen, *Pisidium* zählt in unsern Seen 31 Species und 3 Varietäten, *Limnaea* hat 12 Species und 39 Varietäten.

Die seltensten Formen in Bezug auf geographische horizontale und vertikale Fundorte sind *Bythinella*, nur im Langensee gefunden und *Vivipara*, nur in 4 Seen vorkommend: Langensee, Luganersee und Genfersee und als besonders erwähnenswerte isolierte Existenz im Campfèrsee 1794 m ü. M. im Ober-Engadin.

Die 2 obersten Regionen beherbergen nur die 2 Genera: *Pisidium* und *Limnaea*.

Die 3. Höhenregion zählt 6 Gattungen: *Pisidium*, *Valvata*, *Vivipara*, *Bythinia*, *Limnaea*, *Planorbis*.

Die 2. Höhenregion hat 9 Gattungen. Es fehlen ihr die 4: *Vivipara*, *Bythinella*, *Physa* und *Ancylus*.

Die Thalregion weist alle 13 Genera auf.

Vertretung der Genera nach Zahl in den einzelnen Seen:

Subnivale Region. Nur 1 See, Berglisee im Ktn. Glarus hat 2 Gattungen, die anderen 8 Seen besitzen nur 1 Genus.

Alpine Region. 6 Seen haben 2 Gattungen, 5 Seen nur 1.

Obere Waldregion. 3 Gattungen sind das Maximum in den 3 Ober-Engadinerseen: Sils, Silvaplana und Campfèr, in den 2 ersteren *Pisidium*, *Limnaea*, *Planorbis*. Im letzteren *Pisidium*, *Vivipara*, *Limnaea*.

2 Gattungen finden sich im *Nair*, *Pisidium*, *Limnaea* und im Taraspersee *Limnaea*, *Planorbis*.

Die übrigen 6 Seen haben je nur 1 Gattung.

Untere Waldregion. 7 Gattungen besitzt der Jouxsee, 5 Gattungen der Brenet- und Plambuitsee und 4 Genera der Brenetssee. Der Laaxersee hat 3, Cauma-, Trins- und Klönsee je 2, Seealpsee, Obersee, Poschiavosee, Seelisbergersee und Egerisee je 1 Gattung.

Thalregion. 6 Gattungen hat der Bretsee, 7 Genera Untersee, Rothsee und Thunersee, 8 der große Zürichsee, 9 Neuenburger- und Moossee, 10 Langensee, Luganersee und Genfersee, am meisten nur die 2 Seen Bodensee und Vierwaldstättersee.

Alle 13 oder 12 Genera wurden bisher noch in keinem See gefunden.

Besonderer Reichtum kleinerer Seen: Bretsee 6, Egelsee und Rothsee 7 und Moossee 9 Gattungen.

Verbreitung der Species und Varietäten.

Horizontale Ausbreitung in den Wassergebieten.

In allen Wassergebieten finden sich nur 4 Species und keine Varietäten.

1. *Pisidium fossarinum* Cn.
2. *Limnaea stagnalis* v. L.
3. *auricularia* v. L.
4. *truncatula* Mr.

Also eine ganz auffallend niedrige Zahl.

In drei Wassergebieten begegnen wir 16 Arten, ebenfalls eine niedrige Zahl.

1. *Sphaerium corneum* v. L.
2. *Pisidium nitidum* Inns.
3. *foreli* Cn.
4. *Valvata piscinalis* Mr.
5. *obtusa* Pf.
6. *cristata* Mr.
7. *Vivipara fasciata* Mr.
8. *Bythinia tentaculata* v. L.
9. *Limnaea peregra* Mr.
10. *palustris* Mr.
11. *Planorbis carinatus* Mr.
12. *spirorbis* v. L.
13. *rotundatus* Prt.
14. *contortus* v. L.
15. *albus* Mr.
16. *Ancylus lacustris* v. L.

9. In Po, Rhein- und Donaugebiet.

3, 7, 12, 14. In Rhone- Rhein- und Donaugebiet.

Die übrigen in Rhone-, Po- und Rheingebiet.

Danach finden sich auch in dieser Gruppe nur Species, keine Varietäten.

Nur in zwei Wassergebieten kommen 24 Species und 11 Varietäten vor.

1. *Anodonta cygnea* v. L.
2. *cellensis* Schltr.
3. *anatina* v. L.
4. *pictetiana* de Mlt.
   1. *rostrata* Brt.
   2. *Unio pictorum limosus* Nls.
5. *tumidus* Ph.
6. *batavus* Lck.
   3 *ater* Nlsn.
   4 *squamosus* de Ch.
7. *Sphaerium nucleus* St.
8. *rivicola* Leh.

9	2640	Sgrischussee					0						1
8	2610	Mortelssee					|				0		1
7	2570	Dronazsee					X						1
6	2558	Schwarzsee					|				X		1
5	2527	Dronazsee					X						1
4	2445	Gr.St.Bernhard					+						1
3	2420	Fenêtresee					X						1
2	2313	Gafiensee					|						1
1	2300	Berglisee					|				|		2
V. Subnival-Region			—	—	—	—	7	—	—	—	3	—	9
11	2270	Ob. Splügensee					|						1
10	2200	Wangsersee					|				|		2
9	2189	Garschinasee					|				|		2
8	2091	St. Gotthard					|						1
7	2050	Hobschensee					|						1
6	2023	Tomsee					+				+		2
5	1960	Vonssee					|				|		1
4	1921	Cadagnosee					+				+		2
3	1874	Partnunsee					|				|		2
2	1871	Grimselsee					|						1
1	1829	Ritomsee					+				+		2
IV. Alpine Region			—	—	—	—	10	—	—	—	7	—	11
11	1862	Bitabergosee					+						1
10	1796	Silssee					0				0	0	3
9	1795	Silvaplanasee					0				0	0	3
8	1794	Campfersee					0		0		0		3
7	1660	Stelssee						|					1
6	1561	Davossee									|		1
5	1546	Nairsee					0				0		2
4	1507	Laretsee									|		1
3	1487	Haidsee									|		1
2	1465	Champeysee					X						1
1	1410	Taraspsee									0	0	2
III. Obere Wald-Region			—	—	—	—	6	1	1	—	8	3	11
13	1142	Seealpsee									|		1
12	1127	Plambuitsee	X		X			X			X	X	5
11	1020	Laaxsee					|				|	|	3
10	1009	Jouxsee		|	|		|		|		|	|	7
9	1009	Brenetsee			|	|		|			|	|	5
8	1000	Caumasee									|	|	2
7	983	Obersee									|		1
6	962	Paschiavosee									+		1
5	830	Trinssee					|				|		2
4	824	Klönsee					|				|		2
3	754	Brenetssee	X							X	X	X	4
2	753	Seelisbergsee	|										1
1	727	Egerisee	|										1
II. Untere Wald-Region			4	1	3	1	4	3	—	2	11	6	13

O Donaugebiet
| Rheingebiet
\+ Pogebiet
X Rhonegebiet

Anodonta | *Unio* | *Sphaerium* | *Calyculina* | *Pisidium* | *Valvata* | *Vivipara* | *Bythinia* | *Limnaea* | *Planorbis*

34	670	Bretsee	X	X	X		X	X				X				6
33	669	Egelsee														7
32	647	Türlersee														1
31	643	Amsoldingersee														1
30	643	Mont d'Orgesee			+	+										2
29	614	Faulensee														2
28	566	Brienzersee														4
27	560	Thunersee														7
26	541	Pfäffikersee														4
25	535	Luisselsee					X	X						X		3
24	524	Hofwylsee														2
23	524	Moossee														9
22	506	Sempachersee														4
21	467	Baldeggersee														1
20	460	Lowerzersee														2
19	452	Hallwylersee														2
18	442	Katzensee														9
17	439	Greiffensee														3
16	437	Murtensee														4
15	437	Vierwaldstättersee														11
14	435	Neuenburgersee														9
13	434	Bielersee														6
12	425	Wallensee														5
11	423	Rothsee														7
10	416	Zugersee														3
9	413	Origliosee		+												1
8	409	Oberer Zürichsee														4
7	408	Großer Zürichsee														8
6	399	Bodensee														11
5	398	Untersee														7
4	375	Genfersee	X	X	X		X	X	X	X		X		X	X	10
3	334	Muzzanosee	+	+						+		+			+	5
2	271	Luganersee	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+	10
1	197	Langensee	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+		10
I. Thal-Region			24	17	11	7	20	16	3	13	1	26	9	21	12	34

Tabelle I.

Verbreitung der Genera.

	Anodonta	*Unio*	*Sphaerium*	*Calyculina*	*Pisidium*	*Valvata*	*Vivipara*	*Bythinia*	*Bythinella*	*Limnaea*	*Physa*	*Planorbis*	*Ancylus*	
V. Subnival-Region	—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	2
IV. Alpine Region	—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	2
III. Obere Wald-Region	—	—	—	—				—	—		—		—	5
II. Untere Wald-Region							—		—		—		—	9
I. Thal-Region														13
V. Subnival Region 23—2700	—	—	—	—	7	—	—	—	—	3	—	—	—	9
IV. Alpine Region 18—2300	—	—	—	—	10	—	—	—	—	7	—	—	—	11
III. Ob. Wald-Reg. 12—1800	—	—	—	—	6	1	1	—	—	8	—	3	—	11
II. Unt. Wald-Reg. 7—1200	4	1	3	1	4	3	—	2	—	11	—	6	—	13
I. Thal-Region bis 700	24	17	11	7	20	16	3	13	1	26	9	21	12	34
	28	18	14	8	47	20	4	15	1	55	9	30	12	78

Verbreitung der Genera nach der Seenzahl.

9. *Calyculina lacustris* Mr.
10. *Pisidium amnicum* Mr.
11. *henslowianum* Shrt.
12. *ovatum* Cn.
5 *nitidum roseum* Schl.
13. *profundum* Cn.
14. *Pisidium urinator* Cn.
15. *studeri* Cn.
16. *casertanum* M. T.
17. *Valvata antiqua* Swb.
6 *Limnaea stagnalis media* Hnn.
7 *productissima* Rn.
18. *profunda* Cn.
19. *ampla* Hun.
8 *hartmanni* de Ch.
20. *mucronata* Hld.
9 *ovata lacustrina* Cn.
10 *peregra curta* Cn.
21. *abyssicola* Brt.
22. *Physa fontinalis* v. L.
23. *Planorbis angustatus* Hun.
11 *carinatus dubius* Hun.
24. *Ancylus fluviatilis* Mr.

Species 14 in Donau- und Rheingebiet.
Spec. 15, 16, 19, 20 und 22, Vart. 7, 8, 10 und 11 in Po- und Rheingebiet.
Die anderen in Rhone- und Rheingebiet.

Alle diese Arten und Species gehören dem Rheingebiet an, und kommen gleichzeitig 1 Species im Donaugebiet, 5 Spec. und 4 Varietäten im Pogebiet, die übrigen 18 Species und 7 Varietäten im Rhonegebiet vor, wonach Rhein und Rhonegebiet den größeren Teil gemeinschaftlich haben.

Nur in einem Wassergebiet wurde bisher die große Zahl von 59 Species und 77 Varietäten, also mehr als die Hälfte aller Seenmolluskenspecies und mehr als $\frac{4}{5}$ aller Varietäten gefunden. Sie verteilen sich auf die Wassergebiete wie folgt.

Donaugebiet 1 Species.
1. *Pisidium fragillimum* Cn.

Rhonegebiet 7 Species 11 Varietäten.
1. *Anodonta cygnea rostrata* Brt.
1. *ventricosa* Pf.
2 *cellensis minor* Brt.
3 *anatina abbreviata* Brt.
4 *major* Brt.
5 *major-rostrata* Brt.
6 *elongata* Brt.
2. *piscinalis* Nlsm.
7 *mutabilis tumida* Kstr.
3. *Calyculina ruckholti* Nun.
4. *Pisidium obtusale* Pf.
5. *Valvata lacustris* Cn.
8 *Limnaea stagnalis vulgaris* Hun.
6. *foreli* Cn.
9 *peregra blauneri* Sh.
10 *palustris fusca* Pf.
11. *truncatula oblonga* Ptn.
7. *Planorbis vortex* v. L.

Pogebiet.
1 *Anodonta piscinalis anatinella* Stbl.
2 *rostrata* K.
3 *atrovirens nemoralis* Stbl.
1. *paludosa* Pn.
4 *mutabilis exsulcerata* Vll.
2. *Unio requieni* Mchd.
5 *vulgaris* Stbl.
6 *oriliensis* Stbl.
7 *blauneri* Sh.
3. *verbanicus* Str.
4. *Pisidium italicum* Cn.
8 *locarnense* Cn.
5. *miliolum* Cn.
6. *luganense* Cn.
7. *moussonianum* Cn.
8. *Valvata agglutinata* Schm.
9. *Vivipara pyramidalis* Cst.
10. *Bythinia insubrica* de Ch.
9 *stabilei* de Ch.
11. *Bythinella cylindrica* Ps.
10 *Limnaea peregra elongata* Cn.
11 *teres vulgaris* Pf.

Rheingebiet.

1. *Anodonta idrina* Sp.
   1 *cellensis helvetica* Bgt.
   2 *dilatata* Brt.
   3 *anatina rostrata* Brt.
2. *complanata* Zglr.
   4 *mutabilis oviformis* Cn.
   5 *de charpentieri* Kstr.
   6 *psammita* Brt.
   7 *lacustrina* Cn.
3. *rayi* Dnd.
4. *gallica* Bgt.
   8 *rostrata confervigera* Schltr.
   9 *depressa* Schdt.
7. *sanderi* Rtr.
8. *neocomiensis* Drt.
9. *Sphaerium duplicatum* Cn.
   21 *Pisidium amnicum inflatum* Mgrl.
10. *intermedium* Gs.
11. *pusillum* Gln.
12. *milium* Hld.
13. *loveni* Cn.
14. *occupatum* Cn.
15. *demissum* Cn.
16. *quadrangulum* Cn.
17. *clessini* Sck.
18. *tritonis* Cn.
19. *imbutum* Cn.
20. *prolongatum* Cn.
21. *novaevillae* Cn.
22. *asperi* Cn.
23. *de charpentieri* Cn.
24. *demersum* Cn.
   22 *Valvata obtusa scalaris* de Ch.
25. *alpestris* Bl.
26 *colbeaui* Rn.
27. *depressa* Pf.
   23 *Bythinia tentaculata producta* Mk.
28. *ventricosa* Gr.
   24 *Limnaea stagnalis lacustris* Stdr.
   25 *stagnalis bodamica* Cn.
   26 *de charpentieri* Cn.
   27 *turgida* Mk.
   28 *elophila* Bgt.
   29 *angulosa* Cn.
   30 *arenaria* Clb.
   31 *auricularia contracta* v. L.
   32 *albescens* Cn.
   33 *moratensis* Cn.
5. *Unio pictorum* v. L.
   10 *proëchus* Bgt.
   11 *actephilus* Bgt.
   12 *moussonianus* Cn.
   13 *tumidus godetiana* Cn.
6. *inflatus* Sr.
   14 *batavus amnicus* Rlr.
   15 *ater* Nlsn.
   16 *squamosus* de Ch.
   17 *ovatus* Stdr.
   18 *sinuatus* Stdr.
   19 *lacustris* Cn.
   20 *crassus* Rzk.
   34 *lagotis* Schtr.
   35 *papilla* Stdr.
   36 *papillaris* Hnn.
   37 *acutior* Grs.
   38 *ampla monardi* Hnn.
   39 *canalis* Vll.
   40 *obtusa* Klb.
29. *tumida* Hld.
   41 *mucronata alpestris* Cn.
   42 *rosea* Gll.
30. *ovata* Dud.
   43 *obtusa* Klb.
   44 *peregra marginata* Mchd.
   45 *vosgesiaca* Ptn.
   46 *disjuncta* Ptn.
   47 *elongata* Cn.
   48 *palustris corvus* Gml.
   49 *flavida* Cn.
   50 *curta* Cn.
31. *Planorbis marginatus* Dud.
32. *vorticulus* Tschl.
   51 *charteus* Hld.
33. *tenellus* Hun.
34. *septemgyratus* Zglr.
35. *crista* v. L.
   52 *cristata* Dd.
36. *lemniscatus* Hun.
37. *deformis* Hun.
38. *crosseanus* Bgt
39. *complanatus* v. L.
40. *nitidus* Mr.
   53 *Ancylus fluviatilis gibbosus* Bgt.
   54 *rupicola* Bn.
   55 *riparius* Dsmst.

In 4 Wassergebieten		4 Species	—	Varietäten.	
In 3	„	16	„	—	„
In 2	„	24	„	11	„
In 1	„	59	„	76	„

Tabelle II. Nur in 1 Gebiet.	Donau		Rhone		Po		Rhein		Sp.	V.
Anodonta			2	7	1	4	4	9	7	20
Unio					2	3	4	11	6	14
Sphaerium							1		1	—
Calyculina			1						1	—
Pisidium	1		1		4	1	15	1	21	2
Valvata			1		1		3	1	5	1
Vivipara					1				1	—
Bythinia					1	1	1	1	2	2
Bythinella					1				1	—
Limnaea			1	4		2	2	27	3	33
Physa										
Planorbis			1				10	2	11	2
Ancylus								3		3
Unionidae	—	—	2	7	3	7	8	20	13	34
Cycladidae	1	—	2	—	4	1	16	1	23	2
Valvatidae	—	—	1	—	1	—	3	1	5	1
Paludinidae	—	—	—	—	3	1	1	1	4	2
Limnaeidae	—	—	2	4	—	2	12	32	14	33
Totalzahlen	1	—	7	11	11	11	40	55	59	77

Das Rheingebiet steht also in dieser Richtung obenan mit der bedeutenden Zahl von 95 Formen; 40 Spec. und 55 Vrt. Die Varietäten entfallen in erster Linie auf das Genus *Limnaea* 27, dann auf *Unio* 11 und *Anodonta* 7.

Von diesen nur in einem Wassergebiet vorkommenden Mollusken wurden im Rheingebiet: 25 Spec. 36 Vrt. nur in einem See beobachtet, 9 Spec. 10 Vrt. in 2 Seen, 3 Spec. 6 Vrt. in 3 Seen, 1 Vrt. in 4 Seen, 3 Vrt. in 5 Seen, 1 Spec. in 6 Seen und 1 Spec. in 7 Seen. Die 2 letzteren sind: *Valvata alpestris* Bl. und *Planorbis deformis* Hun.

Im Pogebiet: 10 Spec. 10 Vrt. nur in 1 See. 1 Spec. 1 Vrt. in 2 Seen.

Im Rhonegebiet: 7 Spec. 9 Vrt. nur in See. 2 Vrt. in 2 Seen.

Im Donaugebiet: Nur 1 Species *Pisidium fragillimum* Cn. nur in 1 See Silvaplanersee.

Verbreitung in vertikalem Sinne.

V. Regio *subnivalis* 2300—2700 m ü. M. II. Regio *silvestr. infera* 700—1200 m ü. M.
IV. „ *alpina* 1800—2300 m ü. M. I. „ *fundi vallium* ad 700 m. ü. M.
III. „ *silvestris supara* 1200—1800 m ü. M.

Diese Einteilung nähert sich der Wirklichkeit des Gesamtgebietes, es ist aber zu bemerken, dass diese Höhengrenzen selbst in unserm kleinen Lande nicht auf allen Seiten der Alpenkette und ihrer Verzweigungen genau mit der Ausdehnung der Gletscher und Schneefelder und mit der Bekleidung der Vegetation zutrifft, in einigen Thälern reichen die Gletscher und Schneefelder weiter hinunter, und die Wälder weiter hinauf. Spätere Studien mit Berücksichtigung speziell der z. T. noch ausstehenden Kenntnisse der geographischen Forstwissenschaft können diese Forschungen noch weiter führen.

Regio *subnivalis.*

Aus Seen in diesem Höhengürtel kennen wir bis jetzt 6 Spec. und 1 Vrt.

Pisidium fossarinum
ovatum
loveni
foreli.

Limnaea ovata
peregra blauneri
truncatula.

Nur in dieser Höhenregion wurden bisher: 1. *Pisidium ovatum* Cn. in den Seen Dronaz 2570, 2527, Fenêtre 2420 und großen Sankt Bernhard und weit davon entfernt im Rhaetikongebirge im Gafiensee 2313 m ü. M.; 2. *Pisidium loveni* Cn. nur im Berglisee am Glärnisch in 2300 m Höhe und 3. *Limnaea peregra blauneri* Sh. nur im Schwarzsee bei Zermatt in 2558 m Höhe gefunden.

Dass in diesen Höhen, wo der Spiegel der Seen höchstens 3—5 Monate offen, die übrige lange Dauer von 7—9 Monaten mit einer bis 60 cm dicken Eislage und einer ansehnlichen Schneeschicht vollkommen zugedeckt ist, Mollusken leben, war für unsere Vorstellungskraft etwas Unerklärliches. Seitdem wir aber wissen, dass auch kleine Lebewesen, Protozoen, Vermes, Entomostraken, Bryozoenkolonien mitten im Winter, wie im Sommer, fortleben, können wir auch die Anwesenheit der Mollusken leichter begreifen. Wir scheinen überhaupt das Wasser„leben" noch nicht ganz erfasst zu haben, verhindert vielleicht wohl durch „unumstößliche" physikalische Gesetze über das Wasser, die aber von anderer Seite kritisch geprüft, einer anderen Erklärung, die ich als unbewusste Hemmung der eigenen Körperthätigkeit ansehen möchte, weichen werden. Dass ein Mikroorganismus, z. B. eine Amoebe oder Heliozoe ohne äußeres schützendes Skelett in großen Wassertiefen auch nur 8—10 oder noch weniger oder andererseits gar 100derte und noch mehr von Atmosphären aushalten können, ohne zerquetscht zu werden, kann ich gar nicht begreifen; in auch beschaalte Rhizopoden, Globigerinen müsste doch das Wasser unter dem ungeheuren Druck durch die Oeffnungen eindringen! Der einzige Weg der Erklärung, den ich finden kann, wäre, dass, so lange das Tierchen lebt, fortdauernd das Wasser chemisch zersetzt würde und dadurch die Dislokation erreicht, „der Druck eliminiert"; diese Funktion wäre dann die dem Wassertier eigene Lebenskraft. Dringen wir aber alle irreleitenden Momente womöglich suchend noch tiefer ein, so müssen wir sagen, wunderbar wäre diese Lebenskraft eines weichen Lebenskörpers in immerhin ungeheuren Tiefen so zu leben, aber dann wäre ein solches Protoplasmawesen „stärker" als wir! Wenn wir wirklich erfasst haben, dass unser Planet mit allem, was darauf lebt, als ein ganzes im Weltall schwebt, so wird der Physiker den Weg zur Kritik der Druckverhältnisgesetze unter Berücksichtigung unserer gegenseitigen Abhängigkeit und der Natur unseres Planeten als Ganzes und bloß als Teil des Weltalls, vielleicht finden.

Regio *alpina.*

Auch in Seen dieses Höhengürtels wurden bisher nur eine kleine Anzahl entdeckt.

Pisidium fossarinum
nitidum
foreli

Limnaea mucronata
ovata patula
peregra
peregra frigida
truncatula.

Nur *Limnaea peregra frigida* gehört nur dieser Region an.

Regio *sylvestris supera.*

Pisidium fossarinum
urinator
fragillimum
Valvata cristata
Vivipara fasciata.
Limnaea stagnalis
auricularia
peregra
peregra curta
truncatula.
Planorbis spirorbis
contortus.

Also 11 Species und 1 Varietät. Eigen nur *Pisidium fragillimum* Cn. im Silvaplanersee.

Regio *sylvestris infera.*

Dieser Höhengürtel weist nun schon eine reichere Molluskenfauna auf. Die Zahl der Genera ist 9, der Species 23 und der Varietäten 13, alle 5 Familien sind vertreten.

Anodonta cygnea
cellensis
anatina
rostrata
Unio pictorum moussonianum
Sphaerium corneum
nucleus
rivicola
Calyculina lacustris
Pisidium amnicum
nitidum
roseum
Valvata obtusa
scalaris
alpestris
cristata
Bythinia tentaculata
Limnaea stagnalis
vulgaris
de charpentieri
angulosa
auricularia
contracta
ovata patula
lacustrina
peregra
palustris fusca
flavida
truncatula
oblonga
Planorbis marginatus
carinatus
vorticulus
rotundatus
contortus
albus.

Nur in dieser Region kamen zur Beobachtung:

Valvata obtusa scalaris
Limnaea stagnalis angulosa
palustris fusca
Limnaea truncatula oblonga
Planorbis vorticulus

Regio *fundi vallium.* 95 Spec. 78 Vrt.

Genus *Anodonta*	11 Spec.	21 Vrt.		*Vivipara*	2 Spec.	— Vrt.	
Unio	8 „	15 „		*Limnaea*	12 „	34 „	
Sphaerium	4 „	— „		*Physa*	1 „	— „	
Calyculina	2 „	— „		*Planorbis*	16 „	2 „	
Pisidium	28 „	3 „		*Ancylus*	3 „	3 „	
Valvata	8 „	1 „					

Molluskenfauna der einzelnen Seen.

Regio *subnivalis.*

2 Species sind das Maximum in 4 Seen: Unterer Dronaz-, Fenêtre-, Gafien- und Berglise. 1 Species in den übrigen 5 Seen.

Regio *alpina.*

Maximum in 1 See 3 Species und 1 Varietät in Cadagnosee } Val Piora.
3 Species im Ritomsee }
2 Species und 1 Varietät im Tomsee.
2 Species in 5 Seen: Garschina, Vons und Partnunsee, die übrigen 5 Seen mit nur 1 Species.

Regio *sylvestris supera.*

Maximum 5 Species im Silsersee. 4 Species im Silvaplaner- und Taraspersee. 3 Species im Campfèrsee. 2 Spec. 1 Vrt. im Davosersee. 2 Spec. in 3 Seen, Nair, Laret und Haidsee. 1 Species in 3 Seen.

Regio *sylvestris infera.*

Maximum 7 Species 5 Vrt. im Jouxse, 7 Spec. 2 Vrt. Brenetsee, 6 Spec. 4 Vrt. im Brenetssee. 3 Species im Plambuit, Laax und Poschiavo. 2 Spec. 1 Vrt. im Egerisee. 2 Species im Cauma und Trinsersee. 1 Spec. 1 Vrt. im Klönsee und 1 Spec. im Seealpsee, Obersee und Seelisbergsee.

Regio *fundi vallium.*

Nur 1 Species kennen wir bisher aus: Türlersee, Amsoldingersee, Hofwylsee, Baldeggersee und Origliosee.

Nur 1 Species 2 Vrt. aus dem Hallwylersee; 2 Species 1 Vrt. aus dem Lowerzersee.

3 Spec. aus dem Luisselsee und Greiffensee, Mont d'Orgesee; 3 Spec. 1 Vrt. Faulensee; 3 Spec. 2 Vrt. nur aus dem Zugersee; 4 Spec. aus dem Brienzersee; 4 Spec. 2 Vrt. aus dem Sempachersee; 5 Spec. 2 Vrt. aus Pfäffiker- und oberem Zürichsee; 5 Spec. 4 Vrt. aus dem Muzzanosee.

7 Spec. 3 Vrt. aus dem Wallensee und Murtensee; 7 Spec. 2 Vrt. aus dem Bretsee, Egelsee; 7 Spec. 1 Vtr. aus dem Bielersee.

12 Spec. 11 Vrt. aus dem Rothsee, 12 Spec. 2 Vrt. aus dem Katzensee.

13 Spec. 1 Vrt. aus dem Thunersee.

15 Spec. 4 Vrt aus dem Langensee. 15 Spec. 6 Vrt. aus dem großen Zürichsee.

16 Spec. 15 Vrt. aus dem Neuenburgersee. 17 Spec. 1 Vrt. aus dem Moossee.

18 Spec. 5 Vrt. aus dem Untersee. 18 Spec. 7 Vrt. aus dem Luganersee.

29 Spec. 15 Vrt. aus dem Vierwaldstättersee

31 Spec. 13 Vrt. aus dem Genfersee.

39 Spec. 23 Vrt. aus dem Bodensee.

Besonderes Interesse beanspruchen nun die den einzelnen Seen eigen angehörenden Repräsentanten.

Regio *subnivalis.*

Rhonegebiet. Schwarzsee: *Limnaea peregra blauneri.* Rheingebiet Berglisee: *Pisidium loveni.*

Regio *alpina.*

Pogebiet. Tomsee: *Limnaea peregra frigida.*

Regio *sylvestris supera.*

Donaugebiet. Silvaplanersee: *Pisidium fragillimum.*

Regio *sylvestris infera.*

Rhonegebiet. Brenetssee: *Limnaea palustris fusca.* — *L. truncatula disjuncta.*

Rheingebiet. Brenetsee: *Valvata obtusa scalaris.* — Jouxsee *Limnaea stagnalis angulosa.* — Caumasee: *Planorbis vorticulus.*

Regio *fundi vallium.*

Pogebiet. Origliosee: *Unio requieni oriliensis.* — Muzzanosee: *Anodonta atrovirens nemoralis.* — *Bythinia insubrica* de Ch. — *B. stabilei* de Ch.

Luganersee: *Anodonta piscinalis anatinella* Stbl, *rostrata* K., *mutabilis exsulcerata.* — *Unio requieni* Mchd., *vulgaris* Stbl. — *Pisidium luganense* Cn. — *Limnaea teres vulgaris* Pf.

Langensee: *Anodonta paludosa* Pn. — *Unio verbanicus* Str. — *Pisidium italicum locarnense* Cn., *P. moussonianum* Cn. — *Valvata agglutinosa* Schm. — *Vivipara pyramidalis.* — *Bythinella cylindrica* Prr.

Rhonegebiet. Mont d'Orgesee: *Calyculina ruckholti* Nrm.

Luisselsee. *Pisidium obtusale* Pf.

Genfersee: *Anodonta cygnea rostrata* Brt, *A. ventricosa* Pf., *A. cellensis minor* Schrt., *A. anatina abbreviata* Brt., *major* Brt., *major-rostrata* Brt., *piscinalis* Nlsn., *mutabilis tumida* Kst. — *Limnaea foreli* Cn. — *Planorbis vortex* v. L.

Rheingebiet. Faulensee: *Anodonta gallica* Bgt.

Brienzersee: *Valvata colbeaui* Ru.

Pfäffikersee: *Pisidium imbutum.*

Sempachersee: *Unio batavus amnicus.*

Katzensee: *Limnaea palustris curta.*

Greiffensee: *Pisidium tritonis.*

Murtensee: *Limnaea auricularia moratensis.*

Vierwaldstättersee: *Anodonta idrina, A. mutabilis psammita, A. rayi* Drp. — *Unio pictorum actephilus* Bgt., *U. inflatus, U. sanderi.* — *Pisidium pusillum, P. quadrangulum* Cn., *P. clessini* Sck. — *Limnaea stagnalis elophila, L. peregra marginata, elongata.* — *Ancylus fluviatilis riparius.*

Neuenburgersee: *Unio tumidus godetiana, U. batavus ovatus, sinuatus, neocomiensis.* — *Pisidium occupatum.* — *Limnaea ampla obtusa, L. ovata obtusa.* = *Ancylus fluviatilis gibbosus.*

Bielersee: *Pisidium novaevillae, P. de charpentieri.*

Rothsee: *Anodonta cellensis helvetica, A. rostrata confervigera, depressa.* — *Limnaea auricularia acutior, L. peregra vosgesiaca, disjuncta.* — *Planorbis crista.* — *Ancylus fluviatilis rupicola.*

Zugersee: *Unio pictorum moussonianum.*

Bodensee: *Anodonta complanata* Zglr. — *Unio pictorum* v. L. — *Limnaea stagnalis bodamica, L. auricularia albescens, lagotis, papilla, papillaris, L. ampla monardi, L. tumida* Hld., *L. mucronata rosea* Gll. — *Planorbis spirorbis* v. L., *P. septemgyratus* Zglr., *P. lemniscatus* Hnn.

Untersee: *Pisidium intermedium, P. demersum* Cn. — *Limnaea mucronata alpestris* Cn.

Regio *fundi vallium.*

Am reichsten an eigenen Formen erweist sich der Vierwaldstättersee 7 Spec. 6 Vrt., dann folgen

Bodensee	6	Spec.	7	Vrt.
Langensee	6	„	1	„
Genfersee	4	„	6	„
Neuenburgersee	2	„	6	„
Luganersee	2	„	5	„
Untersee	2	„	1	„
Bielersee	2	„	—	„
Rothsee	1	„	7	„
Muzzanosee	1	„	2	„

1 Spec.

Faulensee, Brienzersee, Pfäffikersee, Greiffensee, Mont d'Orgesee, Luisselsee, Zugersee.

1 Var.

Origliosee, Sempachersee, Katzensee, Murtensee.

Regio *sylvestris inferiera.*

Brenetssee	— Spec. 2 Vrt.	Jouxsee	— Spec. 1 Vrt.
Brenetsee	1 „ — „	Caumasee	1 „ — „

Regio *sylvestris supera*: Silvaplanersee 1 Spec. — Vrt.

Regio *alpina*: Tomsee — Spec. 1 Vrt.

Regio *subnivalis*: Berglisee 1 Spec. — Vrt. Schwarzsee — Spec. 1 Vrt.

Wir haben danach nur 1 See eigen:

Regio *subnivalis*	1 Spec.	1 Vrt.	2 Seen.
Regio *alpina*	— „	1 „	1 See.
Regio *sylvestris supera*	1 „	— „	1 See.
Regio *sylvestris infera*	2 „	3 „	4 Seen.
Regio *fundi vallium*	33 „	39 „	21 Seen.
	37 Spec.	44 Vrt.	29 Seen.

Also annähernd $^1/_3$ aller Seemolluskenspecies und die Hälfte aller Varietäten sind je einem See eigen, demnach die ansehnliche Gesamtzahl von 81 Formen.

Eine Studie über den Formencharakter europäischer und außereuropäischer Süßwassermollusken in Beziehung zu der Gestaltung des Seebeckencharakters, der Wassergebieteeigenart und der Gesamtgestaltung der „Kontinente" habe ich begonnen und hoffe Gesetzmäßigkeiten zu erschließen und bald bekannt geben zu können.

Da das Vorkommen von Mollusken in hochgelegenen Seen von besonderem Interesse ist, so gebe ich die Tabelle III (S. 60) der drei oberen Regionen.

Von den Seemollusken kommen die folgenden auch in Gewässern anderer Natur vor.

Fam. *Unionidae. Anodonta cygnea* v. L., *cellensis* Schrt., *minor* Brt., *dilatata* Brt., *piscinalis* Nlsn. *complanata* Zglr., *mutabilis cellensis* Schtr, *gallica* Bgt., *rostrata confervigera* Schtr., *depressa* Schtr. — *Unio pictorum* v. L., *requieni* Mchd, *batavus* Lck., *amnicus* Rlr., *ater* Nlsn., *ovatus* Str., *sinuatus* St.

Fam. *Cycladidae. Sphaerium corneum* v. L., *nucleus* St., *rivicola* Lch., *duplicatum* Cn. — *Calyculina lacustris* Mz., *ruckholti* Nrm. — *Pisidium amnicum* Mz., *intermedium* Gs., *fossarinum* Cn., *obtusale* Pf., *pusillum* Gln., *milium* Hld., *prolongatum* Cn.

Fam. *Valvatidae. Valvata piscinalis* Mr., *alpestris* Bl., *cristata* Mr., *colbeani* R.

Fam. *Paludinidae. Bythinia tentaculata* v. L.. *producta* Mk., *ventricosa* Gr.

Fam. *Limnaeidae. Limnaea stagnalis* v. L., *vulgaris* Hun., *turgida* Mk., *arenaria* Clb., *auricularia* v. L., *lagotis* Sch., *ampla* Hun., *monardi* Hun., *mucronata* Hld., *alpestris* Cn., *rosea* Gll., *ovata* Dpnd., *peregra* Mr., *curta* Cn., *excerpta* Hun., *elongata* Cn., *palustris* Mr., *corvus* Gln., *fusca* Pf., *truncatula* v. L. — *Planorbis marginatus* Dpnd., *angustatus* Hun., *carinatus* Mr., *dubius* Hun., *vortex* v. L, *vorticulus* Tschl., *charteus* St., *spirorbis* v. L., *rotundatus* Prt., *contortus* v. L., *crista* v. L., *cristatus* Dd., *albus* Mr., *lemniscatus* Hun., *deformis* Hun. *complanatus* v. L., *nitidus* Mr. — *Ancylus fluviatilis* Mr., *capuloides* In, *lacustris* v. L.

Es sind 52 Species und 25 Varietäten, wonach also bisher eigentliche Seemollusken 51 Species und 61 Varietäten bekannt sind.

			Pisidium fossarinum Cn.	*ovatum* Cn.	*nitidum* Jnns.	*lovení* Cn.	*foreli* Cn.	*arvinator* Cn.	*fragillimum* Cn.	*Valvata antiqua* Swrb.	*Vivipara fasciata* Mr.	*Limnaea stagnalis* v. L.	*auricularia* v. L.	*mucronata* Hld.	*ovata* Dud.	*patula* Dsmst.	*peregra* Mr.	*carta* Cn.	*blauneri* Sh.	*frigida* de Ch.	*truncatula* Mr.	*Planorbis spirorbis* v. L.	*contortus* v. L.
9	2640	Sgrischus					O														O		
8	2610	Mortels																					
7	2570	Dronaz		X																			
6	2558	Schwarz																X					
5	2527	Dronaz	X	X																			
4	2445	Gr. St. Bernhard	+																				
3	2420	Fenêtre	X	X																			
2	2313	Gafien	|	|																			
1	2300	Bergli				|	|							|								

V. Regio subnivalis.

11	2270	Ob. Splügen	|																				
10	2200	Wangser																			|		
9	2189	Garschina			|																|		
8	2091	St. Gotthard	|																				
7	2050	Hobschen	X																				
6	2023	Tom			+															+	+		
5	1960	Vons													|						|		
4	1921	Cadagno			+								+		+						+		
3	1874	Partnun					|														|		
2	1871	Grimsel	|																				
1	1823	Ritom	+		+										+						+		

IV. Regio alpina.

11	1862	Bitabergo	+																				
10	1796	Sils					O						O				O				O	O	
9	1795	Silvaplana						O					O				O					O	
8	1794	Campfér	O							O							O						
7	1660	Stels							|														
6	1561	Davos															|	|			|		
5	1546	Nair	O														O						
4	1507	Laret											|				|						
3	1487	Haid											|				|						
2	1465	Champey	X																				
1	1410	Tarasp									O	O									O		O

III. Regio sylvestris supera.

Tabelle III.

O Donaugebiet.
| Rheingebiet.
\+ Pogebiet.
X Rhonegebiet.

Zur Vervollständigung der Gesamtwassermolluskenfauna unseres Landes gebe ich noch die Uebersicht über die in den Gewässern anderer Natur nur, in den Seen bisher nicht beobachteten, vorkommenden Mollusken.

Fam. *Unionidae.* *Anodonta cellensis rostrata* Brt., *elongata* Brt., *mutabilis cygnea* v. L., *cellensis* Schtr. — *Unio planus* Sr.

Fam. *Cycladidae.* *Calyculina lacustris major* Drpud., *Pisidium rivulare* Cn., *subtruncatulum* Mlm., *minimum* Sr.

Fam. *Neritidae.* *Neritina fluviatilis* v. L., *lacustris* Rk. (Fundort?), *trifasciata porroi* Sl., *ticinensis.* Vll.

Tabelle IV.

Höhen-Regionen in Metern über Meer.	Zahl der Seen	Zahl der Familien	Zahl der Genera	Eigene Species	Eigene Zahld. Varietäten	Rheingebiet Seen	Rheingebiet Spec.	Rheingebiet Eig.	Rheingebiet Vart.	Rheingebiet Eig.	Donaugebiet Seen	Donaugebiet Spec.	Donaugebiet Eig.	Donaugebiet Vart.	Donaugebiet Eig.	Pogebiet Seen	Pogebiet Spec.	Pogebiet Eig.	Pogebiet Vart.	Pogebiet Eig.	Rhonegebiet Seen	Rhonegebiet Spec.	Rhonegebiet Eig.	Rhonegebiet Vart.	Rhonegebiet Eig.
V. Subnivale Region 2300—2700.	9	2	2	4	2	2	4	2	—	—	2	2	—	—	—	1	1	—	—	—	4	2	—	1	1
IV. Alpine Region 1800—2300.	11	2	2	6	2	6	5	—	—	—	7	11	4	—	—	4	4	—	2	1	1	1	—	—	—
III. Obere Waldregion 1200—1800.	11	4	5	10	1	4	4	—	1	—	5	10	1	—	—	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—
II. Untere Waldregion 700—1200.	13	5	9	24	13	10	19	1	9	2	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	2	9	—	4	2
I. Thalregion bis 700.	34	5	13	100	77	81	71	26	80	32	61	52	—	—	—	4	29	11	15	10	4	37	7	14	7
	78	5	13	104		87		48	84	38	65	54	7	11	4	11	34	11	16	11	12	44	7	18	10

Fam. *Valvatidae.* *Valvata piscinalis contorta, pulchella* Cr.

Fam. *Paludinidae.* *Vivipara fasciata vera* v. Frfld. — *Vitrella helvetica* Cn., *sterckiana* Cn., *turricula* Cn., *haeusleri* Cn., *fontinalis* Stk. — *Bythinella abbreviata* Mchd., *brotiana* Cn.

Fam. *Limnaeidae.* *Limnaea stagnalis solida* Hun., *rhodani* Kb., *ampla heldi* Cn., *ovata fontinalis* Sr., *vulgaris* Pf., *godetiana* Cn., *fluminensis* Cn., *peregra melanostoma* Zgl., *compressa* Hun., *heideni* Kblt., *excerpta* Hun., *elongatissima* Grdlr., *solidula* Hun., *pulchella* Rn., *cornea* Zglr., *rivalis* Prr., *palustris flavicans* Rn., *pellucida* Rn., *turricula* Hld., *truncatula minor* Iffrs., *ventricosa* M. T., *subangulata* Rn. — *Physa fontinalis hypnorum* v. L. — *Planorbis corneus* v. L., *votriculus helveticus* Cn. *rotundatus gracilis* Gr., *crista nautileus* v. L., *glaber* Inns., *hypnorum* v. L. — *Ancylus fluviatilis phrygius* Cn., *cornu* Cn., *simplex* Sl., *lepidus* Clb.

18 Species und 38 Varietäten von 6 Familien mit 13 Gattungen, von denen 2 Gattungen, *Neritina* und *Vitrella* in dem speziellen Fundortenverzeichnis der Seenfauna nicht enthalten sind. Nur die Genera *Sphaerium* und *Bythinia* fehlen in obigem Verzeichnis.

Stellen wir die Vertretung der Genera nach Species- und Varietätenzahl des dreierlei Vorkommens vergleichend nebeneinander.

	In Seen.	Seen und andere Gewässer.	Nicht in Seen.
Anodonta	11 Sp. 21 Vrt.	5 Sp. 5 Vrt.	0 Sp. 4 Vrt,
Unio	8 „ 15 „	3 „ 4 „	1 „ 0 „
Sphaerium	4 „ 0 „	4 „ 0 „	0 „ 0 „
Calyculina	2 „ 0 „	2 „ 0 „	0 „ 1 „
Pisidium	31 „ 3 „	7 „ 0 „	3 „ 0 „
Neritina	0 „ 0 „	0 „ 0 „	3 „ 1 „
Valvata	9 „ 1 „	4 „ 0 „	1 „ 1 „
Vivipara	2 „ 0 „	0 „ 0 „	0 „ 1 „
Bythinia	3 „ 2 „	2 „ 1 „	0 „ 0 „
Vitrella	0 „ 0 „	0 „ 0 „	5 „ 0 „
Bythinella	1 „ 0 „	0 „ 0 „	2 „ 0 „
Limnaea	12 „ 39 „	8 „ 12 „	0 „ 22 „
Physa	1 „ 0 „	0 „ 0 „	0 „ 1 „
Planorbis	17 „ 3 „	14 „ 3 „	3 „ 3 „
Ancylus	3 „ 3 „	3 „ 0 „	0 „ 4 „
	104 Sp. 87 Vrt.	52 Sp. 25 Vrt.	18 Sp. 38 Vrt.

Wassermollusken der Schweizerfauna zählen wir demnach im Ganzen 122 Species und 125 Varietäten.

Zum Schluss gebe ich die Tabelle III in meinem ersten summarischen Beitrag mit den jetzigen Ziffernkenntnissen als Tabelle IV der Seemollusken.

Carl Chun, Aus den Tiefen des Weltmeeres.

Schilderungen von der deutschen Tiefsee-Expedition.

Mit 6 Chromolithographien, 8 Heliogravüren, 32 als Tafeln gedruckten Vollbildern und ca. 180 Abbildungen im Text. 4°. Jena, Gustav Fischer.

Das vorliegende Werk behandelt begreiflicherweise noch nicht die wissenschaftliche Verarbeitung der Ergebnisse der erst im Mai 1899 zurückgekehrten überaus erfolgreichen Expedition. Da der Reichstag die reichen Mittel für dieselbe bewilligt, die Behörden sie in jeder Weise gefördert und weite Kreise ihr lebhaftes Interesse entgegengebracht hatten, ist es sehr erfreulich, dass der Leiter der Expedition schon jetzt in allgemeinverständlicher Form dem deutschen Volke gewissermaßen einen Rechenschaftsbericht darbietet, um so erfreulicher, als schon während der Fahrt und bei der ersten Sichtung der Beute sich eine Fülle neuer Thatsachen und Beobachtungen auf den verschiedensten wissenschaftlichen Gebieten ergab.

Dieser Rechenschaftsbericht ist nichts weniger als trocken: den Rahmen bildet die unterhaltende und humorvolle Erzählung vom Verlauf der Reise und kleiner Abenteuer der Expedition und ihres Leiters. In diesen knappen Rahmen fügen sich in natürlichster Weise Schilderungen von Land und Leuten, wissenschaftliche Darstellungen der mannigfachsten Art. Wir lernen die Ausrüstung des Schiffes, das Verfahren und die Apparate bei Tiefseelotungen kennen, erhalten Schilderungen der Landschaften von den Faröern, der Landschaft und Vegetation auf Teneriffa, am Kamerunberg und am Kamerunfluss; die Bedeutung der Meeresströmungen und der Bodengestaltung der hohen See, Tiefen- und Oberflächenplankton und die Abhängigkeit des letzteren von geringen Unterschieden in der Temperatur und im Salzgehalt des Oberflächenwassers werden nacheinander vorgeführt.

Aus den späteren Abschnitten seien als für die Biologie besonders wichtig die Beobachtungen über Temperaturschichtung in den verschiedenen Meeresgebieten hervorgehoben, außerdem als Beispiele für den mannigfaltigen Inhalt die aufregende Aufsuchung der angeblich verschwundenen Bouvet-Insel, die genaue Beschreibung der Eisbergformen, die, Geologie, Tier- und Pflanzengeographie gleichmäßig berücksichtigenden Schilderungen von den Kerguelen, Sumatra, Seychellen u. a. m. Alles ist klar und kurz dargestellt, ebenso dem Laien verständlich, wie es jedem Naturforscher Anregung und auf den ihm ferner liegenden Gebieten auch Belehrung bietet.

Von ganz neuen biologischen Ergebnissen seien zunächst nur die schon erwähnten Beobachtungen über das Plankton, über dessen Reichtum und auffallende vertikale Verteilung im antarktischen Meer, und die aus östlichen und westlichen Formen gemischte eigentümliche Meeresfauna bei der Bouvet-Insel hervorgehoben. Die Schilderung der eigentlichen Tiefseeformen, über die der Verf. schon auf der vorjährigen Naturforscherversammlung berichtet hat, wird im letzten Abschnitt des Werkes gegeben. Hier stand der Verfasser vor einer besonders schwierigen Aufgabe. Das ungeheure Material, das die Expedition mitgebracht hat, haben die einzelnen Bearbeiter erst eben zu sichten begonnen, die wichtigsten Ergebnisse werden sich erst durch jahrelange Arbeit gewinnen lassen; auf einzelne Punkte, die der Verf. selbst und auch schon während der Reise bearbeitet hat, näher einzugehen, verbot die Anlage dieses Werkes. So kann er nur Stichproben geben und aus den einzelnen systematischen Gruppen die vermutliche Zahl der neuen Genera und Arten anführen und die interessanten Typen in kurzen Schilderungen und vortrefflichen Abbildungen darstellen. Letztere allein aber sichern dem Werk schon einen hohen wissenschaftlichen Wert, so lange die systematischen Bearbeitungen des Materials nicht erschienen sind. Sie sind in ihrer Vortrefflichkeit und Mannigfaltigkeit wohl unerreicht: Momentphotographien schwimmender Tiefseefische und lebender Cephalopoden mit funktionierenden Leuchtorganen, Aquarelle nach lebenden Tieren, vergrößerte Zeichnungen und Photographien der konservierten Tiere sind, alle in vortrefflichem, dem Zwecke entsprechenden Reproduktionen, vereinigt. Auf zwei Punkten verweilt der Verfasser etwas eingehender: auf dem gelungenen Nachweis einer echt pelagischen, frei schwebenden Tiefseefauna und auf den wunderbaren Anpassungserscheinungen der Tiefenwesen. Dem entspricht auch die Einteilung des Schlussabschnittes, indem in drei Kapiteln erst die Grund- und die pelagische Tiefenfauna nach Artenreichtum und zum Schluss die Biologie der Tiefseeorganismen besprochen wird. Von den interessantesten Punkten in diesem letzten Abschnitt, der Anpassung der Augen, Tastorgane und Leuchtorgane vieler Tiefseetiere an ihre Lebensweise hat der Verfasser auch schon in seinem Münchener Vortrag einiges mitgeteilt. Wir müssen uns versagen auf diese und andere wichtige Beobachtungen hier einzugehen, da man die kurzen inhaltsreichen Ausführungen kaum noch kürzer wiedergeben kann, ohne unverständlich zu werden, und gesicherte allgemeingiltige Resultate noch nicht vorliegen. Eine Frage, deren Lösung von der wissenschaftlichen Durcharbeitung des Materials zu erhoffen ist, sei hier angeführt, nämlich ob es sich bei der Aehnlichkeit der arktischen und antarktischen pelagischen Fauna und Flora um Konvergenz oder nahe Verwandtschaft mit Identität einzelner Arten handle. Die

Beobachtungen der Expedition, dass sich in den tieferen, kühlen Wasserschichten der tropischen Meere auch Organismen der kalten Zonen finden und dass auch die typischen Oberflächenorganismen in manchen Entwicklungsstadien oder zu gewissen Jahreszeiten in die Tiefe hinabsteigen, führen zu der Vermutung, dass auch ein Individuenaustausch zwischen den kalten Zonen nicht unmöglich sei. Dabei werden aber wieder eine Menge neuer Probleme gestellt, z. B. über die vertikalen Wanderungen von Planktonorganismen, die sich nicht durch solche weitreisende Expeditionen, sondern nur durch dauernde Durchforschung kleiner Gebiete lösen lassen.

Reich und schön ist die Ausstattung. Außerordentlich zahlreiche große Abbildungen schmücken den Text fast auf jeder Seite und füllen zahlreiche Tafeln. Die meisten sind Photographien in vortrefflicher Reproduktion, z. T. in Heliogravüre: sie stellen nicht nur die tropischen und antarktischen Landschaften, sondern auch Vegetationsformen, Volkstypen und vortreffliche Momentbilder der größeren Tiere in der Freiheit dar. Dazu kommen einige Farbendrucktafeln nach Aquarellen und schöne Zeichnungen der Planktonwesen und Tiefseebewohner, unter ihnen zahlreiche von neuen, noch nicht benannten Species. Die Aquarelle und die Mehrzahl aller Abbildungen stammen von dem die Expedition begleitenden Künstler Fr. Winter, aber auch die übrigen Teilnehmer der Expedition und die Bearbeiter des Materiales haben Photographien und Zeichnungen beigesteuert. Wir können das Werk als eine reiche Quelle des Genusses und der Belehrung auf das wärmste empfehlen. **W. R.** [97]

H. U. Kobert, cand. med., Ueber das mikrokristallographische Verhalten des Wirbeltierblutes.

Mit 3 Tafeln enthaltend 33 Abbildungen. Leipzig.

Leipzig. In Kommiss. bei G. Wittrin, 1900, 67 S. 8.

Das Schriftchen ist der zweite vermehrte und verbesserte Abdruck der Arbeit aus der „Zeitschrift für angewandte Mikroskopie“ (Bd. V, 6—10) und enthält eine zusammenfassende Uebersicht der bisherigen in der Litteratur zerstreuten Angaben dieses Gebietes, welche durch eine große Anzahl Nachprüfungen ergänzt werden. [23]

R. F. Fuchs (Erlangen).

Berichtigung.

In der Abhandlung über „Nervenphysiologie und Tierpsychologie“ im Biol. Centralbl. 1901, Nr. 1 S. 28: Zeile 10 von unten lies: gesetzmäßiger Zusammenhang statt: gleichmäßiger Zusammenhang.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Februar 1901.** **Nr. 3.**

Inhalt: **Schmidt-Nielsen**, Beitrag zur Biologie der marinen Bakterien. — **Plate**, Ueber Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprinzips. — **Kathariner**, Beobachtungen über die Brutpflege einer Spinne (*Stegodyphus lineatus* Latr.). — **Rádl**, Ueber den Phototropismus einiger Arthropoden. — **Prowazek**, Beiträge zur Protoplasmaphysiologie. — **Koning**, Der Tabak.

Beitrag zur Biologie der marinen Bakterien.

Vortrag, gehalten in der biol. Gesellschaft zu Christiania den 25. Okt. 1900.

Von **Sigval Schmidt-Nielsen.**

1. Die Verbreitung der Bakterien in den oberen Wasserschichten.

Im Laufe der Sommermonate vorigen Jahres (Juli-September), habe ich an der biologischen Meeresstation bei Dröbak Untersuchungen angestellt über die Verbreitung der Bakterien in den obersten Wasserschichten.

Zu diesem Zwecke wurden Bestimmungen des Keimgehaltes des Meereswassers an der Oberfläche und in verschiedenen Tiefen bis hinunter auf 25 m vorgenommen. Die Proben wurden in sterilisierten Flaschen mit Hilfe eines von mir konstruierten einfachen Wasserschöpfers heraufgebracht.

Die Bestimmungen des Keimgehaltes in den Proben geschah sogleich mit Hilfe der gewöhnlichen Gelatine-Plattenkulturen, die in Petri'schen Schalen oder in Nielsen's viereckigen Flaschen angelegt wurden.

Als Nährsubstrat kam ausschließlich „Salomonsen's Peptonfleischwassergelatine“ zur Anwendung. Einzelne Forscher haben eine salzige Fischfleischgelatine empfohlen; da ich aber in Versuchen, die 1898 angestellt wurden, bei Bestimmungen, die mit beiden Substraten ausgeführt waren, dieselben Zahlen gefunden hatte, zog ich hier das ebengenannte Nährmedium heran.

Von dem Wasser wurden 1 und 0,5 cm³ zur Aussaat in ca. 10 cm³ einer 15% Gelatine gebracht. Die Bebrütung fand 48 Stunden bei 20° statt. Den gefundenen Keimgehalt habe ich in nachfolgender Tabelle, die den minimalen Keimgehalt pr. cm³ angiebt, zusammengestellt.

Bakteriengehalt im Dröbaksund.

In	0	2	3	5	10	15	25	m Tiefe
am 14. Juli 1900		54			45		225	
„ 19. „ „	10	56			10000		116	
„ 23. „ „	16	113		50	172		88	
„ 24. „ „	24	42		60	26		110	
„ 28. „ „	28		31	16	76		26	
„ 30. „ „	8			72	187		239	
„ 4. August „	14			104	157		verfl.	
„ 7. „ „	62		78	50	48	57	64	
„ 10. „ „	60		91	100	91	540[1])		
„ 18. „ „	6		16	verfl.	105	68	233	
„ 25. „ „	32							
„ 30. „ „	32		56	34		34	135	
„ 31. „ „	20		148	130	112		163	
„ 8. September „	39		51	86	104	900	72	
„ 22. „ „	47		87	96	62		420	

Die Betrachtung der Zahlen lehrt, dass mit einer einzigen Ausnahme der Keimgehalt in der Tiefe immer bedeutend größer gewesen ist als an der Oberfläche.

In der Tiefe von wenigen Metern ist er durchschnittlich verdoppelt und an der einen oder anderen Stelle, weiter nach unten, um das Zehnfache, oft sogar bedeutend mehr gesteigert. Dass der Bakteriengehalt in der Tiefe größer ist als an der Oberfläche, hat Fischer in seiner grundlegenden Arbeit über den Bakteriengehalt des Meeres erwähnt (I).

Fischer führt hierin an, dass Bassenge auf einer Reise nach den Tropen (1893), in einer Tiefe von 10 m einen 1000mal so großen Keimgehalt fand als an der Oberfläche. Dies galt für eine Reihe von Beobachtungen, die er auf einer Reise nach Trinidad anstellte, als die ganze Zeit hindurch ruhiges Wetter war; ein anderes Mal, als das Wetter unruhig war mit viel Seegang und Strömung, konnte ein solches Verhalten nicht beobachtet werden.

Fischer hat dies Verhältnis auf den Einfluss des Sonnenlichtes bezogen. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürfte es sich im Dröbaksund um ähnliche Wirkungen handeln. Die Verhältnisse hier zeigen allerdings deutlich, aber bei weitem nicht so ausgeprägt etwas Aehnliches, wie die von Bassenge gemachten Beobachtungen.

1) Eigentlich 17 m.

Was die Größe des Keimgehaltes an der Oberfläche betrifft, so wird man aus den oben angeführten 15 Observationsreihen ersehen, dass er von 6—60 variiert hat und im Durchschnitt 26 pr. cm³ gewesen ist; also nicht besonders hoch.

Zum Vergleich hiermit will ich anführen, dass ich im Sommer 1898 auf einem Seezuge zwischen Stavanger und Christiania fand:

draußen vor Jäderen im August 1898, 10—30 Keime pr. cm³
„ „ Fredriksvärn 21./9. „ 20—30 „ „ „
„ „ dem Langesundsfjord 1./10. „ 20—30 „ „ „
im Naverfjord bei Fredriksvärn 27./9. „ 90 „ „ „
„ Dröbaksund im Herbst 1898, wiederholte Male, 50 „ „ „
auch durchgehend niedrige Zahlen.

Im Herbst und Winter 1899 wurden in Dröbaksund stärker variierende Zahlen gefunden, was kein besonders Erstaunen erregen kann an einer so frequentierten Stelle. So fand ich:

im Dröbaksund 20./10. 1899, 391 Keime pr. cm³
21./10. „ 168 „ „ „
20./11. „ 39 „ „ „
17./12. „ 88 „ „ „

Was die in den untersuchten Meerwasserproben vorkommenden Arten von Bakterien anbelangt, so scheinen diese nach dem makroskopischem Aussehen zu urteilen, keine große Anzahl zu repräsentieren. Von einer genaueren Untersuchung über diesen Punkt habe ich absehen müssen. Als eine Kuriosität kann mitgeteilt werden, dass ich mehrmals eine Pigmentbakterie isoliert habe, die nach meinem Erachten eine neue Varietät von *Bacillus prodigiosus* ist.

Von anderen Bakterien wurde in allen Proben als typisch eine stabförmige Bakterie gefunden, die in der Plattenkultur in großen graugefärbten, verflüssigenden Kolonien wuchs.

Dies Stäbchen hat wahrscheinlich eine eigentümliche Wirkung bei:

2. Uebertragung des Meerwassers.

Die große arktische Tiefwassergarnele (*Pandalus borealis*), die, wie bekannt, im lebendigen Zustande eine schöne feuerrote Farbe hat, nimmt beim Kochen eine blasse Färbung an. Werden die kochend heißen Garnelen mit kaltem Seewasser übergossen, so nehmen sie inzwischen eine etwas hübschere Farbe an. Das Publikum ist immer sehr streng mit dem Aussehen der Ware, und dieses war insofern ein probates Mittel dazu, das Aussehen zu verbessern. Auf dem Seezuge im Jahre 1898 wurden Hunderte von Kilogramm von Garnelen auf diese Art und Weise behandelt und wir waren mit der Behandlungsweise zufrieden, bis es sich zeigte, dass die Haltbarkeit der Garnelen nur sehr gering war.

Garnelen, die am Freitag abend gekocht waren, rochen schon am Sonntage so intensiv nach Ammoniak, dass sie absolut ungenießbar waren; d. h. die Garnelen waren in weniger als 2 Tagen verdorben, trotzdem sie kalt aufbewahrt wurden, und zwar bei einer Temperatur von nur wenigen Graden über Null, bei Nacht noch kälter. Es war keinem Zweifel unterworfen, dass dies Mikroorganismen zuzuschreiben war. Ich machte deshalb Aussaat von der schleimigen Oberfläche der abgeschälten Garnelen.

Es zeigte sich, dass die Bakterien, die heranwuchsen, kurze Stäbchen waren, welche die Gelatine schnell verflüssigten und nach einigen Tagen Ammoniak von der angewandten Fisch-Salz-Gelatine abspalteten; die verflüssigten Kolonien waren grau. Gerade dasselbe Bakterium hatte ich als typisch in einer Reihe von Proben von der Oberfläche gefunden, die ich an verschiedenen Stellen an der Küste entlang genommen hatte. Es stellte sich deshalb als wahrscheinlich heraus, dass man das schnelle Verderben der Garnelen einer Infektion von seiten des kalten Seewassers zu verdanken hatte, welches gleich nach dem Kochen über dieselben gegossen wurde. Es erwies sich aber auch als ganz richtig, dass Garnelen, die nicht einer solchen besonderen Behandlung unterworfen wurden, sich ungefähr doppelt so lange frisch hielten.

Was die weitere Entwicklung dieses ammoniakabspaltenden Stäbchens auf den Garnelen betrifft, so zeigte es sich bei der Aussaat nach einigen Tagen, dass es von mehreren anderen Arten verdrängt worden war. Die Garnele war nun in eine gewöhnliche stinkende Fäulnis übergegangen.

3. Bakteriologische Verhältnisse in kochsalzgesättigten Nährlösungen.

Durch die Untersuchungen der letzteren Jahre ist eine Reihe, zum Teil ganz überraschender Beispiele beigebracht über die Widerstandskraft der Bakterien gegenüber anorganischen Salzen.

Prof. Koch, Prof. J. Forster und seine Schüler de Freytag, Lamberts, Stadler und Lachner-Sandoval; ferner Professor Wehmer und Dr. Alfred Pettersson haben durch ihre Untersuchungen gezeigt, dass es Bakterien giebt, die sehr resistent gegenüber den Wirkungen der Kochsalzsättigung sind [2—6].

Von praktischen Beispielen hiervon hat Wehmer im Jahre 1897 angeführt, dass er in Proben einer holländischen Häringslake (kochsalz- und stickstoffreiche Nährlösung) eine reichliche Vegetation von Mikroorganismen, besonders von Hefepilzen, gefunden hatte. In diesem Sommer hat Petterson einen Bericht über ähnliche Untersuchungen herausgegeben, die den Fund von Wehmer bestätigen.

Bei anderen Untersuchungen [7], die ich in den letzten Jahren vorgenommen habe, um herauszufinden, worauf der sogenannte Pökelprozess des Härings beruht, habe ich auch eine Reihe von Versuchen über das Auftreten und Verhalten der Bakterien in der Häringslake angestellt. Im ganzen wurden über 30 Proben verschiedenen Alters wiederholte Male untersucht. Ich werde mir erlauben, mit Uebergehung der rein chemischen Seite der Sache, in Kürze die gemachten Beobachtungen zu referieren.

Die Häringslake hat sich immer vom ersten Tag bis nach 5 Jahren als eine kochsalzgesättigte Flüssigkeit gezeigt, mit einem Stickstoffgehalt zwischen 0,1—1, gewöhnlich 0,5 %. Diese Flüssigkeit, die im Laufe der ersten 24 Stunden in den Häringstonnen gebildet wird, zeigte einen Bakteriengehalt, der gleich nach dem Einsalzen am höchsten war. In den ersten Tagen nach dem Einsalzen enthielt die Lake 100,000 bis über 1,000,000 lebensfähiger Keime pro cm^3. Ein paar Monate alte Lake, wie sie von den frischgepackten Häringstonnen abgezapft wurde, enthielt eine geringere und im allgemeinen mit dem Alter abnehmende Anzahl von Bakterien, gewöhnlich mehrere Tausend bis zu einem Minimum von einigen 100 Keimen pr. cm^3 herunter. Selbst sehr alte Lake, wie die aus einer 5 Jahre alten, mit Häringen gefüllten Tonne, enthielt immer noch Bakterien in einer Anzahl von ein bis zwei hundert pro cm^3.

Dieses Ergebnis scheint eine Analogie zu repräsentieren zu dem, was man auch sonst über die Vermehrung der Bakterien auf organischen Stoffen, wie z. B. in Kulturen beobachtet hat, d. h. dass sie sich im Anfang lebhaft vermehren, während, je älter die Kultur wird, ihre Vermehrung abnimmt und sie dann nach und nach absterben.

Dahingegen kann es scheinen, als ob dieses Verhalten mit einer anderen Beobachtung im Widerspruch steht, nämlich, dass während die Anzahl der Bakterien, die in der Kultur wachsen, abnimmt, zu gleicher Zeit die Menge der Bakterien, die man durch direkte mikroskopische Untersuchungen beobachten kann, zunimmt d. h. bei direkter Mikroskopierung der neuen Laken mit relativ hohem Keimgehalt wird nur eine geringere Anzahl gesehen, während man umgekehrt in den älteren Laken, deren Keimgehalt bei Aussaat auf Nährsubstraten gering zu sein scheint, bei direkter Mikroskopierung zahllose Mengen von Bakterien beobachten kann.

Ich möchte glauben, dass dieses Phänomen seine natürliche Erklärung in einer successiven Anhäufung von toten Bakterien findet. Auf der anderen Seite ist es ja von bakteriologischen Kulturversuchen her ein wohlbekanntes Faktum, dass man nur eine Minderzahl von den faktisch anwesenden Bakterien in der Kultur zum Wachsen bekommt.

Während also die Bakterien in der Lake von mit Fischen vollgepackten Tonnen zeigen, dass sie sich in Jahresreihen hindurch, nicht allein lebend erhalten, sondern sich wahrscheinlich auch vermehren, so erwiesen junge abgezapfte Laken, die in verschlossenen Flaschen $^1/_2$—1 Jahre aufbewahrt wurden, ohne mit Fischen in Berührung zu kommen. sich als von keimfähigen Keimen frei. Es scheint, als ob die Lakebakterien unter den ungünstigen Vegetationsverhältnissen, welche die salzgesättigte Lake bietet, nur im Stande sind, sich in Gegenwart der Fische selbst am Leben zu erhalten. Ob dies in Verbindung damit steht, dass das Häringsfleisch eine geringere Salzspannung zeigt, lasse ich dahingestellt sein.

Eine ganz geringe Vermehrung des Wassergehaltes, wie sie z. B. durch das Hinstellen der Proben in feuchtem Raum verursacht wird, vermag, trotzdem hier selbstverständlich nur von einer ganz geringen Verminderung des Salzgehaltes die Rede sein kann, ein schnelles Steigen des Keimgehaltes herbeizuführen. Vergrößert man aber den Wassergehalt so viel, wie z. B. durch eine sterile Verdünnung mit dem halben Volum Wasser, so wird die Lake in kurzer Zeit in eine typische Fäulnis übergehen.

Die gefundenen Bakterien stellen ein Gewimmel von Arten dar, von dem es nicht scheint, als ob einzelne typische Formen vorliegen. Verschiedene waren Pigmentbakterien in gelben Farben. Die meisten Gelatinekulturen wurden im Laufe von kürzerer oder längerer Zeit verflüssigt. Die Lakebakterien sind fakultative Fäulnisbakterien, deren Wirksamkeit auf Grund des hohen Salzgehaltes abgeändert ist.

Es war auffallend, dass kleine Kokken und sehr kurze Stäbchen die hervortretenden Formen waren. Größere Bacillen waren in absoluter Minorität und fehlten zum Teil gänzlich in frischen Proben, eine Beobachtung, die mit den von Alfred Petterson gemachten Erfahrungen dahin übereinstimmt, dass, was die Formen betrifft, die Kokken die resistenten waren.

Prof. Forster hat mir freundlichst mitgeteilt, dass ähnliche Resultate auch in seinen Laboratorien gefunden sind, aber bis jetzt hat er sie leider nicht veröffentlicht.

Von anderen Organismen wurden bei den Kulturversuchen in beinahe allen Proben eine geringere Anzahl von Schimmelpilzen gefunden. (Die gewöhnlichen Arten von *Penicillium* und *Mucor*.)

Dahingegen ist es mir, im Gegensatz zu den von Wehmer und Petterson gemachten Beobachtungen nicht geglückt, in 30 verschiedenen norwegischen Häringslakeproben Hefepilze nachzuweisen, weder im Mikroskop noch bei Kulturen.

Schließlich möchte ich noch anführen, dass es mir bei chemischen Untersuchungen über die Stickstoffkörper der Häringslake geglückt ist, nachzuweisen, dass hydrolytische Spaltungsprodukte nach Verlauf von

einiger Zeit auftreten. Frühere Forscher, unter denen Brieger [8], haben verschiedene Ptomaine nachgewiesen, die letzterer als Stoffwechselprodukte von Bakterien auffasste.

Es ließe sich gewiss denken, dass die hydrolytischen Spaltungsprodukte des Eiweißes von einer Wirkung der eigentlichen in den Zellen des Häringsfleisches aufgespeicherten Enzyme herrühren. Aber ebenso wahrscheinlich ist es wohl, dass man vorläufig diese Prozesse auf Bakterien zurückführt, und zwar entweder durch direkten Stoffwechsel im lebenden Zustande, oder nach dem Tode der Bakterien durch freigemachte intrazelluläre Enzyme.

Die hier referierten Untersuchungen habe ich teilweise mit einem Stipendium der Christiania-Universität ausgeführt, teils als Assistent bei den von Dr. Hjort geleiteten norwegischen Fischereiuntersuchungen in den Jahren 1898—1900. [15]

Litteratur.

[1] B. Fischer, Die Bakterien des Meeres. (Ergebnisse der Plankton-Expedition d. Humboldtstiftung, Bd. II m. g.)

[2] Robert Koch, Ueber Desinfektion. (Mitteilungen a. d. kais. Gesundheitsamte, Bd. 1, 1881.)

[3] de Freytag, Ueber die Einwirkung konzentrierter Kochsalzlösungen auf Bakterien. (Arch. f. Hygiene, Bd. XI.)

[4] E. Stadler, Ueber die Einwirkung von Kochsalz auf Bakterien, die bei Fleischvergiftungen eine Rolle spielen. (Arch. f. Hygiene, Bd. XXXV.)

[5] C. Wehmer, Zur Bakteriologie und Chemie der Häringslake. (Centralblatt f. Bakteriologie, II, 1897, p. 209.)

[6] Alfred Petterson, Experimentelle Untersuchungen über das Konservieren von Fisch und Fleisch mit Salzen. (Arch. f. Hygiene, XXXVII.)

[7] Sigval Schmidt-Nielsen, Chemical and microbiological Investigations on the Curing of Herring. (Report on norwegian marine and fisheries Investigations, Vol. I, 1900, Nr. 8.)

[8] L. Brieger, Untersuchungen über Ptomaine. Bd. III, 1886, p. 47 u. f.

L. Plate, Privatdozent, Ueber Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprinzips.

Leipzig. Wilhelm Engelmann. 1900. 153 Stn. Gr. 8.

Die vielfachen Einwände, welche im Laufe der Zeit gegen die Darwin'sche Descendenzlehre und insbesondere gegen das Selektionsprinzip erhoben worden sind, haben mehrfach die Anschauung gezeitigt, der Darwinismus sei ein überwundener Standpunkt. Gegen diese durchaus irrige Auffassung wendet sich Plate, indem er sich bemüht, alle ernstzunehmenden Einwürfe auf ihre Stichhaltigkeit hin zu prüfen und eventuell zu widerlegen. Plate weiß sich von einer einseitigen Ueberschätzung des Selektionsprinzips frei zu halten. Wie ein roter Faden zieht durch

die ganze Schrift der Gedanke, dass sich das Selektionsprinzip nicht auf einen strengen mathematischen Beweis stützen kann, sondern es ist eine logisch berechtigte Hypothese, ein Theorem, allerdings das beste, welches wir haben, um zu einem Verständnis der Entstehung der Arten zu gelangen. Dass unter solchen Umständen gleichwohl noch so manches unerklärt bleibt, kann kein Grund dafür sein, immer nur auf ihre schwachen Stellen hinzuweisen und von einer „Ohnmacht der Naturzüchtung" zu sprechen. Gerade dadurch, dass Plate selbst weit davon entfernt ist, einer „Allmacht der Naturzüchtung" das Wort zu reden, hebt er doch die große positive Summe von Erscheinungen entsprechend hervor, welche uns durch das Selektionsprinzip erst verständlich werden, während keine andere Annahme auch nur annähernd im stande ist, uns ein ähnliches Verständnis der Thatsachen zu vermitteln. Ohne auf die Einzelheiten der überaus lesenswerten Schrift eingehen zu können, mag an dieser Stelle nur eine kurze Gliederung des Stoffes angedeutet werden. Zuerst bespricht Plate die Einwände gegen den Darwinismus, wobei zwischen unwesentlichen und wesentlichen unterschieden wird, um dann zu einer Darstellung der Formen des Kampfes ums Dasein überzugehen. Das dritte Kapitel ist einer Kritik der Hilfstheorien der Selektionslehre gewidmet, als deren erste die Darwin'sche Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl und andere Theorien zur Erklärung der sekundären Geschlechtscharaktere behandelt werden. Weiters wird Roux's Theorie vom züchtenden Kampfe der Teile im Organismus, Intralkampf, Intralselektion erörtert, ferner die Histonalselektion von Weismann, Cellularselektion von Haeckel und Selection organique von Delage. Auch der Panmixie und der Germinalselektion von Weismann wird gebührende Aufmerksamkeit geschenkt. Diesen Erörterungen lässt Plate eine Darstellung der Voraussetzungen für die natürliche Zuchtwahl folgen, um mit den Betrachtungen über die Wirkungen und Tragweite der Darwin'schen Faktoren zu schließen. Der Autor hat sich zu zeigen bemüht, dass die Darwin'schen Lehren im wesentlichen richtig sind, und dass man den großen Einfluss, welchen der Kampf ums Dasein und die Selektion auf die Bildung der Arten ausgeübt haben, neuerdings mit Unrecht herabzusetzen oder ganz zu leugnen versucht hat. Alle zugehörigen Fragen kann auch die Darwin'sche Theorie nicht erklären, wie z. B. die Entstehung der Lebensvorgänge. Variabilität und Vererbung sind nach wie vor noch ungelöste Rätsel. **R. F. Fuchs** (Erlangen). [20]

Beobachtungen über die Brutpflege einer Spinne (*Stegodyphus lineatus* Latr.).

Von Dr. **L. Kathariner** in Freiburg (Schweiz).

Während eines Aufenthaltes in Biscra (Algerien) im März 1899 traf ich auf meinen Ausflügen in die Sahara häufig an Dornsträuchern das kunstvolle Gespinst einer Spinne, welche mir Herr Prof. Dahl in Berlin als *Stegodyphus lineatus* Latr. zu bestimmen die Güte hatte.

Das Tier ist etwa von der Größe einer Kreuzspinne, schön silberweiß mit zwei großen, tiefschwarzen Flecken auf der Rückenfläche des Abdomens, welche nur einen schmalen Streifen der hellen Grundfarbe

zwischen sich freilassen. Das Nest hat die Form eines Trinkhorns, läuft demnach an dem einen, geschlossenen Ende spitz zu, während es am anderen eine weite Oeffnung hat, von deren Rand Fangfäden nach benachbarten Zweigen ausstrahlen. Die Oberfläche des Nestes ist häufig mit den Ueberresten der Beutetiere dicht bedeckt. Eine Anzahl solcher Gespinste nun sammelte ich ein und brachte sie in einer Schachtel verpackt mit nach Hause, nachdem ich die Spinnen mit einer Pincette daraus hervorgezogen und konserviert hatte. Als ich dann etwa vier Wochen später, Ende April wieder in Freiburg eintraf, fand ich beim Oeffnen der Schachtel noch zwei, früher von mir übersehene Spinnen lebend darin vor. Ich setzte sie nebst zwei Nestern in ein großes Glas. Die eine, größere Spinne ergriff sofort von dem einen Gespinst Besitz und besserte es aus. Die andere hing am nächsten Morgen ausgefressen in dessen Fangfäden.

Nun hatte ich außerdem in der Schachtel noch ein Eierklümpchen gefunden, von der Gestalt einer Linse und etwa 8 mm Durchmesser. Ohne große Hoffnung auf einen Erfolg hing ich es ziemlich entfernt vom Nesteingang an einer Zweigspitze auf. Sehr erstaunt war ich daher, als es anderen Morgens im Innern des bewohnten Nestes an dessen Wand angeheftet hing. Die Spinne hatte es erkannt, unter ihren Schutz gebracht und ließ ihm nun eine überaus merkwürdige und sorgfältige Pflege angedeihen. Bei Sonnenschein brachte sie es täglich vor den Ausgang und hing es an benachbarten Fäden auf; wenn es dann stundenlang den wärmenden Strahlen der Sonne ausgesetzt gewesen war, brachte sie es nach dem Verschwinden der letzteren wieder in das Innere des Nestes zurück. Brachte man das Glas tagsüber an verschiedene Fenster, je nach dem Stand der Sonne, so wiederholte die Spinne dieses Hin- und Hertragen mehrmals an einem Tage. Sie trieb es in dieser Weise etwa 3 Wochen hindurch. Am Morgen des 16. Mai fand ich plötzlich den Eingang zum Neste mit einem gewölbten, locker gewebten Deckel verschlossen, durch den man noch das im Innern hängende Eierklümpchen hindurchschimmern sah. Eine in die Fangfäden gehängte Fliege blieb, im Gegensatz zu früher, unbeachtet. Am folgenden Tage war der Verschluss noch dichter gemacht. Um so mehr wunderte ich mich daher, als nachmittags der Deckel ein rundliches Loch zeigte, durch das eine im Gespinst hängende Drohne hineingezogen wurde. Ueberhaupt wurde jedes Beutetier in das Innere geschleppt und dort ausgefressen, die leere Haut brachte die Spinne dann wieder heraus und heftete sie an der Oberfläche des Netzbeutels an. Letzterer Umstand muss auch eine bestimmte Bedeutung haben, vielleicht um das Nest zu maskieren, denn ich beobachtete wiederholt, wie die Spinne eine Haut, die ihr entfiel, wieder und wieder heraufholte, bis es ihr gelang, sie entsprechend zu befestigen. In den nächstfolgenden Tagen war nun der Verschluss bald wieder hergestellt, bald auf kurze Zeit zum Eintragen einer Beute durchbrochen. Vom 9. Juni ab blieb das Nest indes dauernd verschlossen. Als ich am 23. Juni eine kleine Oeffnung in seine Wand machte, sah ich die Innenfläche mit jungen Spinnchen bedeckt. Die meisten waren braungelb, mit starren schwarzen Haaren: einzelne weißlich und um die Hälfte kleiner (♂♂?).

Die Alte hatte offenbar, als das Schlüpfen der Eier bevorstand, das Nest zum besseren Schutz der auslaufenden Brut dauernd verschlossen.

Ich fand denn auch die von mir gemachte Oeffnung am folgenden Tag wieder zugesponnen. Als ich am 6. Juli ein Loch in den den Eingang sperrenden Deckel machte, begab sich die alte Spinne sofort daran, es wieder zu schließen. Während der Arbeitspausen saß sie mit dem Kopf nach außen am Eingang, um sie herum eine Anzahl der jungen Tierchen. Wenn dann die Alte beim Umdrehen mit einem Fuß ein Junges berührte, hob sie das Bein sofort wieder auf und setzte es neben jenem nieder, sorgfältig vermeidend es zu treten. Im Laufe des 6. und 7. Juli wurde die gemachte Oeffnung wieder völlig geschlossen und es blieb alles unverändert bis zum 22. Juli, wo ich abermals eine solche anlegte, durch die ich in das Innere des Nestes hineinsehen konnte. Ich fand dasselbe durch Scheidewände in eine Anzahl Kammern abgeteilt, in denen die Jungen saßen. Am folgenden Tag, bei sehr warmem Wetter, bebrauste ich die Nestoberfläche mit Wasser, worauf die jungen Spinnchen sofort in drängender Eile herausgestürzt kamen, um an den Tröpfchen zu trinken. Die alte Spinne blieb jetzt und in der Folgezeit unsichtbar. Die jungen Spinnchen waren wachsgelb, am Cephalothorax grau behaart, am Hinterleib mit weißlichen und einzelnen längeren, dunklen Haaren. Zwei bräunliche Längsstreifen bildeten die erste Andeutung der späteren schwarzen Zeichnung. Einige machten auffallende Bewegungen; indem sie das hinterste Beinpaar so hielten, dass sich dessen Spitzen berührten, klopften sie damit in raschem Tempo an die Stelle des Hinterleibs, wo die Spinndrüsen liegen. Nachdem sie sich getränkt hatten, zogen sie wieder in das Nest zurück. Am 24. Juli setzte ich eine Anzahl Blattläuse in das Gespinst; nachmittags fand ich nur noch ihre leeren Häute und die Spinnchen dichtgedrängt am Nesteingang. Als ich dann eine kleine Fliege hinhing, kam auf deren zappelnde Bewegungen ein Spinnchen heran, indem es, ganz nach Art der Alten, bei jedem Ruck der Fliege vorrückte und in den Pausen lauernd still hielt. Zuletzt erfasste es die Beute und zog sie in das Innere, wobei sie von dreien ihrer Geschwister eifrig unterstützt wurde. Die Jungen maßen damals vom Vorderrand des Cephalothorax bis zur Hinterleibsspitze 4 mm. Von nun ab fütterte und tränkte ich die Spinnchen täglich. Am 14. August hatten sie eine vom Eingange ringsum ausstrahlende Wand aus lockerem Gewebe gebaut, auf deren Rückseite sie sich nun aufhielten, wo sie auch ihr Futter, meistens Blattläuse, verzehrten. Den Nesteingang hatten sie bis auf zwei kleine runde Löcher verschlossen, durch die sie sich abends in das Nestinnere zurückzogen.

Einmal gerieten zwei Spinnchen um eine Blattlaus in eine Rauferei, an der sich bald noch vier bis fünf andere beteiligten. Die Kämpfer hieben dabei mit ihren Vorderbeinchen wütend auf einander los. Von Ende August ab kam mit einem Mal keines der jungen Tierchen mehr zum Vorschein. In der Meinung, dass sie sich zur Winterruhe zurückgezogen hätten, ließ ich das Nest ungestört, hoffend, dass sich im Frühjahr wieder neues Leben auf und in ihm zeigen werde, eine Hoffnung, die sich leider als trügerisch erweisen sollte. [87]

Ueber den Phototropismus einiger Arthropoden.

Von Dr. **Em. Rádl** (in Pardubitz, Böhmen).

I. Die Bewegungen des Cladocerenauges.

Als ich einmal das schöne Auge von *Daphnia* unter dem Mikroskop untersuchte und dabei das von oben einfallende Licht mit der Hand zufällig abblendete, bin ich durch eine eigentümliche, sehr deutliche Zuckung des Auges überrascht worden, die sich jedesmal wiederholte, als ich von neuem den Schatten auf die *Daphnia* warf. Zuerst habe ich dieser Erscheinung keine spezielle Bedeutung zugeschrieben und glaubte, dass dieses Auge in einer ähnlichen Weise auf die Beschattung reagiert, wie einige Mollusken, von denen es schon längere Zeit durch die Untersuchungen von R. Dubois[1]), W. Nagel[2]), B. Ravitz[3]) und W. Patten[4]) bekannt ist, dass sie auf die Beschattung plötzlich entweder ihren Sipho zusammenziehen, die Schalen schließen oder sonstwie reagieren. Einige Erscheinungen aber haben mich genötigt, die beobachtete Lichtreaktion von *Daphnia* gründlicher zu untersuchen. Es ist mir nämlich bald aufgefallen, dass die Reaktion nicht bei jedem beobachteten Individuum in derselben Weise verlief, ja, dass sie auch bei einem und demselben Individuum, wenn ich es einigemal nacheinander beobachtete, variierte, ohne dass ein Grund dafür einzusehen war. Das Auge zuckte nämlich nicht bei der Beschattung bei allen Individuen gleich intensiv, ja bei einigen blieb die Zuckung fast völlig aus, und ich sah dann eine mehr oder weniger deutliche Drehung des Auges um seine sagittale Axe. In jedem einzelnen Falle aber, mag die Reaktion auf welche Art und mit welcher Kraft immer geschehen sein, wiederholte sie sich in derselben Art, wenn der Versuch ununterbrochen wiederholt wurde, und das Auge zuckte dann, sovielmal ich es eben gewünscht habe. Dadurch war ein großer Unterschied von der analogen Lichtreaktion der Mollusken gegeben, welche nach einigen Reaktionen ihre Schale auf größere Dauer schließen oder sich auf eine andere Weise dem weiteren Experimentieren entziehen; ich habe dagegen bei *Daphnia* die erwähnte Bewegung des Auges 200 mal, ein anderesmal 410 mal hintereinander ohne Pause wiederholen lassen können, ohne dass ihre Intensität im geringsten abgenommen hätte. Auch die Verschiedenheit der Reaktion bei verschiedenen Individuen und bei demselben Individuum unter verschiedenen mir unbekannten Bedingungen lud ein, der Erscheinung eine größere Aufmerksamkeit zu widmen.

---

1) Comptes rendus Ac. Sc. Paris T. 109, 1889.

2) Beobachtungen über den Lichtsinn augenloser Muscheln, Biol. Centralbl. XIV. 1894.

3) Der Mantelrand der Acephalen, Jenaische Zeitschrift XXII. 1890.

4) Eyes of Molluscs and Arthropods. Mitt. Zool. St. Neapel VI. 1886.

Ich bemerke im vorhinein, dass die im Folgenden referierten Erscheinungen nicht an eine einzige *Daphnidens*pezies gebunden sind, sondern, dass ich sie, wohl mit verschieden großer Deutlichkeit, bei allen von mir untersuchten Cladoceren konstatieren konnte. Aus diesem Grunde habe ich der näheren Bestimmung der einzelnen Spezies eine geringere Aufmerksamkeit gewidmet und kann nur die Gattungen *Daphnia*, *Bosmina*, *Eurycercas* und *Simocephalus* anführen, an denen die Beobachtung geschah. Am deutlichsten und intensivsten verlief die Reaktion bei der genügend durchsichtigen Gattung *Simocephalus* (*S. sima* Liév.).

Das Cladocerenauge wird bekanntlich durch besondere Augenmuskeln bewegt, welche so angeordnet sind, dass das Auge in jeder Richtung und — bis zu einem gewissen Grade — um einen beliebig großen Winkel gedreht werden kann. Das Auge ist selten ruhig, sondern zittert fast beständig; dass es nur die durch die Augenkammer stoßweise strömende Blutflüssigkeit wäre, welche dieses Zittern verursachen würde, glaube ich nicht. Denn erstens ist es deutlich genug zu sehen, dass das Zittern aktiv, durch die Kontraktionen der Augenmuskeln geschieht und dass der Rhytmus desselben ein anderer ist als der der Blutströmung; zweitens ist dieses Zittern nicht nur bei den Cladoceren zu finden, sondern es zittert in derselben Art auch das Auge der Copepoden, wenn es überhaupt beweglich ist (z. B. bei *Diaptomus*). Ferner habe ich dieselbe zitternde Bewegung auch bei den Wassermilben beobachtet. Da die Augen bei jeder dieser drei Gruppen ganz anders gebaut sind, wenigstens was ihre Lage im Körper und ihre Muskulatur betrifft, so glaube ich, dass diese zitternde Bewegung nichts Zufälliges, sondern etwas mit der Funktion der Augen Zusammenhängendes sein muss. Wie sie erklärt werden soll, das weiß ich noch nicht.

Schon Weismann[1]) hat sich die naheliegende Frage vorgelegt, wozu dient der Muskelapparat der Cladocerenaugen, ohne sie aber zu beantworten. Es wäre gewiss sehr naiv, zu glauben, dass diese Muskeln dem Tiere zur Beobachtung und Fixierung der Gegenstände oder nur der Lichtstrahlen dienen, etwa wie es bei unserem Auge der Fall ist; denn die Cladoceren sind zu einfach organisierte Tierchen, um ihren Augen eine so komplizierte Funktion zuzuschreiben. Bei einem sonst so einfachen Bau derselben darf man erwarten, dass der Zusammenhang zwischen der Funktion und dem Bau des Organs viel einfacher ist als bei den höher stehenden Organismen.

Beobachtet man eine lebendige und durch das Deckgläschen unter dem Mikroskop ein wenig fixierte *Daphnia*, so sieht man zuerst, dass das Auge nicht immer dieselbe Stellung zum Körper einnimmt, dass

1) Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen von *Leptodora hyalina*. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIV. 1874.

also die Augenmuskeln nicht immer in derselben Weise gespannt sind, sondern das Auge ist aus seiner Normallage verschiedenartig, bald mehr, bald weniger gedreht. Als Normallage soll hier diejenige Stellung des Auges bezeichnet werden, bei welcher alle Augenmuskeln gleichmäßig gespannt sind. Wegen der Kleinheit des Objektes lässt sich dies wohl nur annähernd bestimmen. Ferner ist zu sehen, dass die *Daphnia* in bestimmten Körperlagen ziemlich ruhig liegt, ein anderesmal wieder — falls der Druck des Deckgläschens den Ruderantennen freie Beweglichkeit erlaubt — energische Versuche macht, um aus der ihr gegebenen Lage sich zu befreien und eine andere einzunehmen. Kann sich das Tier unter dem Deckgläschen drehen, was ihm oft leicht gelingt, so nimmt es immer eine ganz bestimmte Orientierung zu dem durch das Fenster einfallenden Licht ein, und zwar so, dass es mit dem Rücken dem Lichte zugewendet ist. Man kann sich davon leicht überzeugen, indem man den Mikroskoptisch dreht. Das Tier kehrt immer in die eben erwähnte Lage — sie soll im weiteren die Ruhelage desselben genannt werden — zurück. Diese Erscheinung ist eine leichte Modifikation des schon bekannten Versuches, mit dem der positive Phototropismus der Cladoceren gezeigt werden kann. Hier interessiert uns nur, dass diese aktive Orientierung des Körpers mit der passiven Orientierung des Auges zusammenhängt. Darüber habe ich folgende Versuche gemacht.

1. Ich habe das Tier etwas schief zu der Stellung orientiert, welche es von selbst einnimmt (etwa um 45° gegen dieselbe geneigt), der Druck des Deckgläschens hinderte es, in die normale Stellung zurückzukehren. Bei dieser Orientierung ist der Scheitel des Auges (der dem Rücken des Körpers zugekehrte Pol desselben) nach hinten[1]) gekehrt; jetzt schließe ich nicht zu rasch die bisher weit geöffnete Irisblende des Abbe'schen Beleuchtungsapparates. Wie ich dieselbe schließe, dreht sich das Auge um seine sagittale Axe[2]) so, dass der Scheitel desselben mehr nach oben, sein ventraler Teil mehr nach unten kommt. Diese Augendrehung geschieht ganz gleichmäßig mit der Schließung des Diaphragmas, so dass jeder Oeffnungsweite desselben eine andere und ganz bestimmte Lage des Auges entspricht; öffne ich das Diaphragma wieder, so kehrt das Auge in seine ursprüngliche Lage zurück. In jeder während der Drehungen eingenommenen Lage bleibt das Auge, solange es nicht genötigt ist, durch die Veränderung der Oeffnung eine andere Lage einzunehmen. Da von der Oeffnungsweite der Blende die Menge des durchgelassenen Lichtes abhängt, so kann man auch die Größe der Augendrehung als von der Menge des durchgelassenen Lichtes abhängig betrachten. Man kann sich auch unmittelbar davon überzeugen, indem

1) „nach hinten" unter dem Mikroskop, thatsächlich aber nach vorne, dem Fenster zu.

2) Die Axe, welche den Scheitel des Auges mit dem Nervenaustritt verbindet.

man, statt die Blende zu schließen, den Spiegel unter dem Mikroskoptisch mit der Hand allmählich bedeckt und so das von unten kommende Licht verdunkelt; der Scheitel des Auges dreht sich dabei der steigenden Verdunkelung gemäß nach oben. Die stärkste, auf diese Art erzielte Augendrehung beträgt etwas über 30° (angenähert). Wenn bei dem Versuch das von oben einfallende Licht verdunkelt wird, so wird die Augendrehung verstärkt.

Der angeführte Versuch zeigt: Das Cladocerenauge orientiert sich anders je nach der Menge des von unten (bei der beschriebenen Orientierung der *Daphnia*) kommenden Lichtes.

2. Ich orientiere die *Daphnia* wieder wie im ersten Versuch. Von unten kommt jetzt nur soviel Licht, dass die Augenbewegungen beobachtet werden können. Nun bewege ich die Hand oder irgend einen anderen undurchsichtigen Gegenstand vor dem Mikroskop so, dass das von oben auf den Mikroskoptisch fallende Licht allmählich verdunkelt wird. Die *Daphnia* wird dadurch stärker und stärker beschattet. Auf diese Art der Beschattung reagiert das Auge wieder sehr regelmäßig. Sobald der geringste, mit unserem Auge zu konstatierende Schatten auf das Daphnidenauge fällt, beginnt sich sein Scheitel schief nach unten und hinten zu drehen und dreht sich desto stärker, je mehr ich beschatte. Fällt der volle Schatten auf einmal auf die *Daphnia* ein, so springt das Auge gleich und auf einmal in die neue Lage über. Bei der Beschattung der dorsalen Seite des Auges (seines Scheitels) dreht sich dieser offenbar der jetzt unten liegenden Lichtquelle, dem Diaphragma, zu. Ein Unterschied von dem ersten Versuch, welcher auf eine Unvollkommenheit des Augenmuskelapparates hinweist, besteht darin, dass es einige Aufmerksamkeit kostet, um alle zwischen beiden Extremen liegenden Stellungen auf eine größere Dauer zu erhalten. Die Augenmuskeln sind offenbar nicht im stande, alle durch die Beschattung diktierten Lagen einzuhalten, denn das Auge springt sehr gerne gleich aus einer extremen Lage in die andere über; es gelingt aber doch bei einiger Aufmerksamkeit, es auch in den Zwischenstellungen zu fixieren. Die Amplitude bei dieser Drehungsart ist sehr groß; sie beträgt etwa 45°. Wegen der großen Deutlichkeit kann man in dieser Orientierung den Versuch beliebig lange hintereinander wiederholen. Nach 200maliger Wiederholung hat die Reaktion noch mit derselben Amplitude wie anfangs bestanden; ein anderesmal habe ich den Versuch 410 mal wiederholt und der einzige Unterschied zwischen den ersten und letzten Reaktionen war, dass sich zuletzt die Reaktion etwas verspätet hat; während der Sprung des Auges in die neue Lage und die Rückkehr in die alte anfangs etwa $^1/_2$ Sekunde dauerte, hat sich zu Ende diese Dauer etwa verdoppelt. Man sieht daraus, wie ganz mechanisch der ganze Vorgang geschieht; der Glaube an eine Willkür seitens des Tieres

ist völlig ausgeschlossen; an der Verspätung der Reaktion ist gewiss nur die Ermüdung der Muskeln schuld.

3. Der Versuch, über den eben referiert worden ist, kann auf eine andere Weise eingerichtet werden, wobei die Abhängigkeit der Orientierung des Daphnidenauges von den Unterschieden in der Belichtung noch deutlicher wird. Statt die Verhältnisse der Belichtung zu ändern, was doch in den beiden Versuchen auf eine sehr primitive Weise geschah, kann man die Belichtung unverändert lassen und die Lage der *Daphnia* zu derselben ändern. Ich habe das Tier mit dem Rücken gegen das Licht orientiert; schon oben ist erwähnt worden, dass dies die Ruhelage des Körpers ist; auch alle Augenmuskeln sind jetzt ziemlich gleich gespannt. Der Scheitel des Auges ist der Lichtquelle zugekehrt; um mich kürzer zu fassen, werde ich diese Orientierung des Auges die Normalstellung des Auges nennen. Es fällt also jetzt die Ruhelage des Körpers mit der Normalstellung des Auges zusammen. Wenn ich nun den Mikroskoptisch mit dem Objektträger drehe, so kommt der Körper aus seiner Ruhelage heraus; das Auge dreht sich dabei aber keineswegs gleichzeitig mit dem Körper, sondern steht fest, und der Körper dreht sich um dasselbe wie um eine fixierte Axe; dass dabei die Spannung der Augenmuskeln verändert wird, ist selbstverständlich. Aber nur bei kleineren Drehungen des Körpers bleibt das Auge vollkommen fix; dreht man um mehr als 45°, so reicht die Kraft, welche das Auge in der Normalstellung hält, nicht mehr aus, um die Spannung der Augenmuskeln zu überwinden, und das Auge wird doch etwas, wenn auch wenig, aus der Normalstellung in der Richtung der Drehung hinausgeschoben, desto mehr, je größer die Amplitude der Drehung ist. Wenn die Drehung des Tisches 180° beträgt, erreicht die Spannung der Muskeln ihr Extrem; das Auge sucht immer noch seine Normalstellung zu erhalten, die Muskeln der einen Seite werden aber jetzt maximal gestreckt, die der anderen maximal verkürzt; durch das Zusammenwirken der beiden dabei thätigen Kräfte wird das Auge etwa um 30° aus der Normalstellung in der Richtung der Körperdrehung gedreht.

Ich habe nicht angeführt, in welcher Richtung ich die Drehung des Körpers von der Normalstellung desselben aus begonnen habe. In der That ist die Drehungsrichtung gleichgiltig, nur dass bei entgegengesetzter Drehung die Muskeln entgegengesetzt verkürzt werden und dass einmal das Auge etwas rechts, das anderemal links aus der Normalstellung hinausgeschoben wird. Daraus erkennt man, dass die extreme Lage labil sein muss, indem entweder die eine oder die andere Muskelgruppe maximal verkürzt sein kann; es genügt auch thatsächlich ein kleiner Reiz, eine kurze Beschattung, oder es ist auch dies nicht nötig, und das Auge springt aus einer extremen Lage in die andere über. Man erkennt auch gleich, was geschehen muss, wenn wir noch weiter

über 180° drehen: Zuerst springt das Auge in das andere Extrem über und sucht dann auf dieser Seite die Normalstellung zu erreichen, was ihm desto mehr gelingt, je mehr sich der Körper bei der weiteren Drehung der Ruhelage nähert. Der Versuch bestätigt diese Erwartung. Man kann diese Drehungen langsam oder schnell oder wie immer vollführen, immer entspricht einer jeden Orientierung des Körpers gegen das Licht eine ganz bestimmte Orientierung des Auges gegen den Körper, indem das Auge eine fixe Orientierung gegen das Licht einzuhalten sucht, mag der Körper wie immer orientiert sein.

Es ist nun möglich, das eben beschriebene Experiment mit den früher angeführten zu kombinieren; man giebt dem Daphnidenkörper eine beliebige Lage und ändert die Oeffnung der Irisblende oder beschattet die *Daphnia* von oben. Es kommen dadurch verschiedenartige Augendrehungen zu stande, welche in ihren Einzelnheiten schwierig zu analysieren sind, welche aber immer in der Art vor sich gehen, dass 1. das Auge auf die Veränderung der Belichtung überhaupt reagiert; 2. dass bei jeder Lage des Körpers der Scheitel des Auges der Lichtquelle entweder vollständig zugekehrt ist, oder diese Orientierung wenigstens einzunehmen sucht.

4. Ich habe noch einen anderen Versuch gemacht. Während das Daphnidenauge wieder in der Normalstellung lag, habe ich auf dasselbe die direkten Sonnenstrahlen mit Hilfe eines Spiegels von oben geworfen. Keine deutliche Reaktion war zu sehen, auch dann nicht, als ich die direkten Sonnenstrahlen mit diffusem Licht schnell wechselte. Ich habe dann das Mikroskop selbst ins direkte Sonnenlicht gestellt. Auf die Drehung des Tisches reagierte die *Daphnia* wie gewöhnlich, nur etwas unregelmäßig; auch die Reaktionen auf die Beschattung waren nicht regelmäßig und fielen manchmal völlig aus. Aus dieser Erscheinung, welche gut in die bekannte Thatsache passt, dass die Daphnien das direkte Sonnenlicht meiden, folgt, dass es für die früher erwähnten Reaktionen eine obere Grenze giebt und dass die Intensität der direkten Sonnenstrahlen schon über diese Grenze reicht.

Bis wohin die untere Grenze der Reaktionen reicht, habe ich bei meinen nur qualitativen Untersuchungen nicht ermittelt, halte sie aber für niedrig genug. Das Auge reagierte auf jeden Schatten, den ich als solchen noch mit meinem Auge unterscheiden konnte.

II. Die Augenbewegungen von *Diaptomus*.

Dass die erwähnten Lichtreaktionen nicht für eine Cladocerenart spezifisch sind, sondern für alle Cladoceren gelten, das wäre wohl im vorhinein anzunehmen; denn dafür spricht sowohl die Aehnlichkeit der Lebensweise wie der Struktur ihrer Augen. Ich bin aber recht überrascht gewesen, als ich dieselben Lichtreaktionen des Auges auch bei

dem Scheitelauge des *Diaptomus*, einer Copepodengattung, gefunden habe.

Die Cyclopiden sind zu solchen Experimenten unbrauchbar, da ihr Auge keine besonderen Muskeln besitzt und ganz unbeweglich ist; bei *Diaptomus* sind dagegen besondere Augenmuskeln vorhanden. Ich habe nur Gelegenheit gehabt, diese Copepodengattung zu untersuchen; ich glaube aber, dass die Erscheinung auch bei anderen Copepoden wird konstatiert werden können, bei welchen besondere Augenmuskeln entwickelt sind. Das *Diaptomus*-Auge ist bekanntlich dreiteilig, der eine Ocellus sieht nach unten, der andere nach rechts, der dritte nach links. Was ihre Struktur und Muskulatur betrifft, so weise ich auf diesbezügliche Beschreibungen der Autoren. Die Kontraktionen der Muskeln erlauben hier wieder eine Drehung des Auges in verschiedenen Ebenen, wohl aber mit einer viel geringeren Amplitude als bei *Daphnia*.

Das Auge ist in fortwährender zitternder Bewegung begriffen, welche durch die Augenmuskeln aktiv hervorgerufen wird, wie es schon oben erwähnt worden ist. Ich habe das Tier so orientiert, dass es mit dem Kopfe gegen das Fenster gerichtet war, und habe es von oben beschattet; das Auge (die drei Ocellen als Ganzes betrachtet) hat sich dabei ganz deutlich mit seinem Scheitel nach unten gedreht; ich habe die enge Diaphragmaöffnung zur Seite geschoben und der untere Teil des Auges drehte sich in der Richtung dieser Verschiebung. Die Amplitude aller dieser Drehungen ist aber kaum größer als 20°, so dass man bei der Kleinheit des Objektes kaum mehr konstatieren kann, als dass das Auge auf die Lichtveränderungen überhaupt reagiert. Aus diesem Grunde weiß ich auch nicht, wie man das Tier orientieren muss, auf dass sein Auge in der Normalstellung sein würde, denn wenn ich das Tier unter dem Mikroskop drehe, so sehe ich zwar, dass die Orientation des Auges gegen den Körper sich verändert, aber nichts näheres kann ich darüber anführen. Ich kann also nur im allgemeinen behaupten, dass das *Diaptomus*-Auge auf die Veränderung in der Belichtung reagiert und dass es wahrscheinlich auch hier in einem gegebenen Lichtfelde eine ganz bestimmte Orientierung einzunehmen sucht.

III. Die Orientierung der Cladoceren in dem Lichtfelde.

Einige andere Versuche habe ich gemacht, um die Bedeutung der bisher beschriebenen Erscheinungen am Cladocerenauge für die freibeweglichen Tiere zu untersuchen. Ich habe in dieser Hinsicht nur die Art *Simocephalus sima* beobachtet, glaube aber, dass dasselbe auch für andere Cladoceren, unter geringeren Modifikationen gilt. Es ist schon aus den Beobachtungen von Leydig[1]) bekannt, dass die Cladoceren die direkten Sonnenstrahlen meiden und nur in der Früh und

1) Naturgeschichte der Daphnien. Tübingen, 1860.

am Abend, ebenso bei bedecktem Himmel, die Oberfläche des Wassers aufsuchen. Später wurde die Frage diskutiert, inwiefern *Daphnia* farbenempfindlich ist, und sind dabei sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. P. Bert[1]) hat aus seinen Untersuchungen geschlossen, dass *Daphnia* dieselben Farben, wie der Mensch, und keine anderen sieht, J. Lubbock[2]) wieder, dass die Grenzen des Farbensehens der *Daphnia* von Rot bis zu Ultraviolett inklusive reichen, und dass *Daphnia* nicht nur licht-, sondern auch farbenempfindlich ist. M. C. Mereschowsky[3]) ist endlich zu dem Resultate gekommen, dass die Daphnien sehr wohl ganz schwache Modifikationen der Lichtintensität unterscheiden, für die Unterschiede der Lichtqualität aber nicht empfindlich sind. Neuerdings endlich haben sich C. B. Davenport und W. B. Cannon[4]) die Frage vorgelegt, wovon die positiv phototropischen Bewegungen der Daphniden abhängig sind[5]).

Ich habe im Anschluss an die obigen Beobachtungen über das Daphnidenauge folgende Versuche gemacht:

1. Ich habe die *Simocephali* in einem Gefäß mit undurchsichtigen Wänden in der Nähe des Fensters gehalten, wo sie ziemlich unregelmäßig verteilt waren; die meisten von ihnen schwammen mit dem Kopf nach oben und mit dem Rücken dem Fenster zugekehrt. Man sieht gleich, dass dies die oben erwähnte Ruhelage des Körpers dem Licht gegenüber ist, nur dass unter dem Mikroskop der Körper horizonal lag, jetzt ist er infolge der Wirkung der Schwere vertikal gerichtet. Es sei dabei bemerkt, dass man sich schon seit langem die Mühe gegeben hat, bei einzelnen Cladocerenarten die Orientierung des Körpers bei dem Schwimmen zu der Schwerkraft zu bestimmen[6]). Darnach sollen *Simocephalus vetulus*, *Scapholeberis mucronata*,

---

1) Sur la visibilitè des divers rayons du spectre pour les animaux. Mon. Scient. S. 827. — Comptes rend. T. 69. S. 363. 1869.

2) On the senses of colour among some of the lower animals. Journ. Lin. Soc. Zool. XVI. 1883.

3) Les Crustacés inférieurs distinguent-ils les couleurs? Compt. rend. Paris T. 93.

4) On the Determination of the Direction and rate of Movement of Organisms by light. Journ. phys. Cambridge. Vol. 21. p. 22—32.

5) Leider kenne ich diese letztere Arbeit nur aus den Referaten (Zool. Centralbl. 1899 und Zool. Jahresbericht 1899) und so bleibt mir die Versuchsanordnung der Autoren unbekannt; nach den Referaten zu schließen, halte ich das von den Autoren aufgestellte Problem: „ob bei phototaktischen Bewegungen von Tieren die Richtung der Lichtstrahlen oder die relativen Beleuchtungsunterschiede maßgebend sind", für absurd, da doch die Lichtstrahlen gar nichts Objektives und von den Beleuchtungsunterschieden Trennbares sind; sie werden unserem Auge eben als die Richtungen der größten Beleuchtungsunterschiede angegeben.

6) Den Autor der folgenden Angaben habe ich nicht ermittelt, da dieselben schon älteren Datums sind; ich habe sie in Bronn, Classen u. Ordnungen des Tierreichs Bd. Va. pag. 1050 sq. gefunden.

Ceriodaphnia reticulata und *Polyphemus oculus* Rückenschwimmer sein; ein gleiches ist nach Bronn auch von Bythotrephes und Leptodora vorauszusetzen. Die eigentlichen Daphnien sind zwar der Hauptsache nach Bauchschwimmer, doch sind auch andere Lagen zu sehen. Dieses letztere kann ich bestätigen, denn auch meine Tiere haben nicht ausschließlich die oben erwähnte Richtung des Körpers eingehalten, sondern vorübergehend waren auch alle anderen Richtungen zu sehen. Die Nichtübereinstimmung der normalen Stellung meiner Tiere mit der für sie als charakteristisch angeführten hängt von der einseitigen Belichtung ab, wie wir uns noch überzeugen werden.

Wenn ich direkte Sonnenstrahlen auf das Gefäß fallen ließ, so haben die Tiere gesucht, dieselben zu meiden; wenn ich bei diffusem Licht mit der Hand den Schatten auf das Gefäß warf, so reagierten: sämtliche Individuen mit einem Sprung auf diese Lichtveränderung. Wenn man mit der Hand einen Teil des Gefäßes auf einige Momente beschattet, so fliehen alle Tiere von diesem Orte weg.

2. Ich habe einige *Simocephali* in einem mit Wasser gefüllten Uhrgläschen beobachtet; das Uhrgläschen lag auf dunkler Unterlage und wurde seitlich belichtet: die Mehrzahl der *Simocephali* schwebte dann mit dem Rücken gegen die Lichtquelle gekehrt und nahe der Wasseroberfläche; wenn ich durch geeignete Beschattung die Richtung der Lichtstrahlen geändert habe, so änderten auch die Tiere ihre Orientierung, immer dieselbe Lage gegen das Licht behaltend. Ich habe nun das Uhrgläschen von oben mit einem undurchsichtigen Gegenstand bedeckt und die Tiere von unten beobachtet: Die meisten derselben schwammen nun mit nach unten gekehrtem Rücken und stießen mit dem Kopfe an den Boden des Uhrgläschens, fast keines war an der Oberfläche des Wassers zu sehen. Präziser lässt sich dieser Versuch ausführen, wenn man die Tierchen durch das Mikroskop beobachtet, bei dem man durch geeignete Mittel alles einfallende Licht abblendet.

Man kann aus diesen Versuchen schließen: Der freibewegliche Körper der Cladoceren orientiert sich ganz bestimmt in einem einseitlich belichteten Felde (in einem Lichtfelde, das Unterschiede der Lichtintensität erkennen lässt).

IV. Ueber die Bedeutung dieser Erscheinungen.

Die Augendrehungen der *Daphnia*, durch Beleuchtungsunterschiede hervorgebracht, sind nicht unter den Crustaceen eine vereinzelte Erscheinung. Etwas ihnen ähnliches sind die das letztemal von A. Bethe beschriebenen sogenannten kompensatorischen Augenbewegungen von *Carcinus maenas* und von anderen Decapoden, welche Bewegungen darin bestehen, dass das Auge bei der Drehung des Körpers um verschiedene Axen eine und dieselbe Stellung — die Normalstellung — gegen das Licht einzuhalten strebt; nur ist bei den Decapoden diese

Erscheinung komplizierter, da bei ihnen neben den Lichtwirkungen auch die Schwere — auf die Statocysten — wirkt. Auch bei dem Menschen erscheinen bei den Kopfbewegungen bekanntlich solche reflektorische „compensatorische Augendrehungen", welche aber auch hier von der normalen Funktion des Gleichgewichtsapparats, der Bogengänge, abhängig sind. Bei *Daphnia* ist der Vorgang insofern vereinfacht, als hier kein Organ bekannt ist, das auf die richtende Kraft der Schwere reagieren würde.

Es liegt sehr nahe, die oben beschriebenen Lichtreaktionen des Cladocerenauges mit den Schwerkraftreaktionen des Statocystenapparates zu vergleichen, und ich bin überzeugt, dass die hier vorkommende Analogie der Funktion gar nicht oberflächlich ist. Die Funktion der Statocysten liegt in der Orientierung des Körpers gegen die Kraftlinien der Schwere; — wie dies geschieht, das ist wohl unbekannt. Es wird den Sinneshaaren in den Statocysten eine Art von Lokalzeichen zugeschrieben, insofern der Druck des Statolithen gegen ein bestimmtes Sinneshaar einen ganz bestimmten Muskeltonus im gesamten Körper auslöst. Man sieht, dass das Cladocerenauge eine analoge Funktion hat. Wie der Statolith immer die tiefste Lage im Statocyst sucht — man weiß nicht warum, denn das Wesen der Schwerkraft ist unbekannt — so orientiert sich das Daphnidenauge ganz bestimmt gegen die Kraftlinien des Lichtes, gegen die Lichtstrahlen — man weiß auch hier nicht warum. — Dabei kann im ersten Falle der Körper selbst wie immer gegen die Schwerkraft orientiert sein, der Statocystenapparat giebt uns immer die Fähigkeit, die Richtung der Schwere zu bestimmen; in dem zweiten Falle kann der Daphnidenkörper wie immer gegen das Licht orientiert sein, die Augen geben dem Tier immer die Nachricht über die Richtung der Lichtstrahlen. Dass sie ihm dieselbe geben, ist offenbar, da der Körper seine Ruhelage gegen das Licht immer finden kann; wie ihm das Auge diese Nachricht giebt, das ist unbekannt. Man könnte als wahrscheinlich annehmen, dass jeder Augenstellung dem Körper gegenüber ein bestimmter Augenmuskeltonus entspricht, und dass dieser mit dem Tonus der übrigen Muskulatur in irgend einem gesetzmäßigen Zusammenhange steht; diese Gesetzmäßigkeit näher anzugeben ist wohl aber unmöglich.

Ich habe oben bemerkt, dass außer den normal orientierten Tieren auch solche zu finden waren, die alle möglichen Lagen gegen die Lichtstrahlen hatten; da ich aber etwas Aehnliches an dem Auge nicht beobachtet habe, so ist anzunehmen, dass dieses immer nur ein und dieselbe Orientierung gegen das Licht hat, mag der Körper wie immer gestellt sein. So bleibt immer die Orientierung des Auges dem Körper gegenüber ein Indikator für die Richtung des Lichtes, wie es die fixe Orientierung des Statolithes ist für die Richtung der Schwerkraft.

Einige wichtige Unterschiede zwischen beiden Sinnesorganen giebt

es wohl: die Richtung der Schwere ist für einen und denselben Ort konstant und kann nicht künstlich geändert werden, wogegen der Gang der Lichtstrahlen sich nicht nur künstlich sehr leicht beherrschen lässt, sondern auch in der Natur dem größten Wechsel, je nach dem Ort und der Verschiedenheit der Lichtquellen, unterliegt. Auch ist die Intensität der Gravitation innerhalb der hier in Betracht kommenden Fälle konstant, wogegen die des Lichtes in sehr großen Grenzen variiert.

Diese Unterschiede der beiden Energiearten haben auch Unterschiede in dem Verhalten der Tiere denselben gegenüber zur Folge; denn während die Orientierung des Tieres gegen die Schwere von nichts abhängig ist als von dem Bau des Tieres (und den konstanten Verhältnissen der Erde), hängt die Orientierung derselben in Bezug auf die Lichtstrahlen von der Mannigfaltigkeit der Lichtquellen, von der Anordnung der sie zurückwerfenden, brechenden oder absorbierenden Gegenstände ab, und es folgt daraus, dass das Tier, indem es sich bei dem Ortswechsel durch Lichtstrahlen leiten lässt, oft seine Orientation ändern muss. Darin könnte man einen Nachteil dieser Art der Orientation für die Tiere sehen; aber auch unsere Orientation gegen die Sonne, resp. gegen die Sterne variiert und, was speziell die *Daphnia* betrifft, so bekommt sie unter normalen Lebensverhältnissen immer das Licht vorwiegend von oben, also in einer wenigstens bis zu gewissem Grade fixen Richtung.

V. Einige Beobachtungen an anderen Arthropoden.

Ich glaube, dass sich die oben mitgeteilten Beobachtungen theoretisch bearbeiten ließen, und dass man dabei zu interessanten Resultaten über den Phototropismus kommen würde; dies überlasse ich mir für eine andere Gelegenheit und will jetzt noch einige Beobachtungen an Insekten mitteilen, die, wie ich glaube, mit den früher angeführten zusammenhängen.

1. Ein jeder hat Gelegenheit gehabt, das Schwärmen der *Culiciden* zu beobachten. Bekanntlich schwärmen sie namentlich bei Sonnenuntergang an ganz verschiedenen Orten, so dass es scheint, dass es ganz zufällig ist, welchen Ort sie zu ihren Spielen wählen. Das ist aber nicht der Fall. Die meisten Schwärme derselben sind in der Nähe von Bäumen, Sträuchern u. s. w. oder nicht zu hoch über der Erde zu sehen. Folgende Beobachtungen lassen die Ursache dessen ahnen. Ich habe einen Culicidenschwarm fixirt, der zufällig über meinem Kopfe schwärmte. Ich machte einen Schritt vorwärts und der ganze Schwarm folgte mir ruckweise nach und orientierte sich über meinem Kopfe wie früher; ich machte einen Schritt rechts, links, nach hinten und immer folgte mir der Schwarm. Ich habe den Schwarm etwa 30 Schritte nach vorne und wieder zurück führen können, ohne dass er die Orien-

tierung zu meinem Kopfe verändert hätte. Diese Beobachtung lässt sich sehr leicht wiederholen, nur mache ich einen jeden darauf aufmerksam, dass man einen Schwarm beobachten muss, der sich selbst gegen uns orientiert hat; wenn wir uns unter einen Mückenschwarm stellen, der gegen etwas anderes orientiert ist, so fliegt er davon, offenbar durch unsere Anwesenheit desorientiert. Manchmal verfolgen uns die Mücken mehrere Minuten lang, immer bestimmt gegen unseren Körper orientiert, was vielleicht bekannt ist, ohne dass man sich der physiologischen Bedeutung der Erscheinung bewusst sei.

Dass es sich dabei um Lichtreaktionen handelt, ist leicht zu konstatieren. Ich mache darauf aufmerksam, dass die Mücken sich sehr gerne gegen einen Weg orientieren, der durch seine graue Farbe gegen die grüne Farbe der nebenliegenden Wiese absticht; man sieht, dass längs eines solchen Weges unzählige Mücken schwärmen, über der Wiese gleich daneben fliegen gar keine oder nur sehr vereinzelt. Wenn man einen über der grünen Wiese selbst spielenden Mückenschwarm auffindet, so gelingt es sehr oft — doch nicht immer — unter ihnen auf der Erde etwas aufzufinden, was durch seinen Lichteffekt gegen die Umgebung gekennzeichnet ist — z. B. einen Stein u. ä. Dass die Mücken gegen diesen bestimmten Ort orientiert sind, davon habe ich mich in der Weise überzeugt, dass ich den Stein mit dem Hut bedeckt habe; augenblicklich veränderten die Mücken ihre Orientierung, indem sie sich mehr seitlich stellten; gewiss hat die schwarze Farbe des Hutes eine andere Orientation der Mücken als der graue Stein verursacht. Ich habe auf den grünen Boden der Wiese ein Stück Papier gelegt, einige Schritte von den Mückenschwärmen: bald, kaum nach einer Minute, kam eine Mücke, begann ihre Schwingungen über dem weißen Papier, ihr folgte bald eine andere und nach kurzer Zeit stand über dem Papier ein Mückenschwarm. Es sind also in der That Richtungsverhältnisse, welche die Orientation der Mücken verursachen; wie, das weiß ich noch nicht, umsoweniger, da sich sehr oft Schwärme finden lassen, bei denen man gar nicht angeben kann, gegen was sie orientiert sind.

Diese Erscheinungen, sowie viele andere, über welche ich hier nicht referiere, sind wohl, für sich genommen, kleinlich; ich glaube aber, dass solche Beobachtungen zu einem wahren Verständnis der Physiologie der Arthropoden unbedingt nötig sind. Wie man sie dazu verwerten kann, das hoffe ich ein anderesmal zu zeigen.

[95]

Beiträge zur Protoplasmaphysiologie.

Von **S. Prowazek.**

Verschieden und mannigfach geartet sind die Pfade, auf denen die neuere Protoplasmaforschung ihrem Ziele — der Kenntnis des Aufbaues und der chemisch-physikalischen Verhältnisse des Protoplasmas, zustrebt, und wiewohl zahlreiche Thatsachen in dem angedeuteten Sinne schon gesammelt wurden, sind wir derzeit noch weit von einer allgemeinen theoretischen Konzeption entfernt und sehen uns leider gar zu oft in die Lage versetzt, einfach Thatsachen und Beobachtungen vorläufig zu registrieren.

Einige Beiträge für eine Protoplasmaphysiologie bietet auch der vorliegende Aufsatz, in dem über mehrere Experimente, die an lebenden Zellen des Tier- und Pflanzenreiches angestellt wurden, sowie über eine Anzahl von Beobachtungen über die Strukturverhältnisse des lebenden Protoplasmas berichtet werden soll.

I. Vivisektions-, Regenerations- u. Transplantationsversuche an Zellen.

In der Glaucoma scintillans Ehrbg., die in Heuinfusionen massenweise gezüchtet wurde, wurde ein geeignetes Objekt für das Studium der feineren physiologischen Erscheinungen an Merozoiten gefunden. Duch einen nicht übermäßig starken Druck mittels einer Präpariernadel auf das Deckgläschen kann man ohne Mühe in einem Präparat, in welchem sich nach einiger Zeit die genannten Ciliaten um kleine Zoogloeafetzen angesammelt haben, zahlreiche verschieden geartete Teilstücke gewinnen.

I. Kernlose obere Teilstücke des Ciliatenleibes, die mit einer Cytostomöffnung ausgestattet waren, zogen zunächst die derart entstandenen Wundränder zusammen, längst deren Verlauf alsbald zahlreiche kleine Alveolarräume auftauchten, die zuweilen später zu einer großen Vacuole zusammenflossen, welche entweder gar nicht pulsierte oder sich wieder in einem höchst unregelmäßigen, langen Turnus entleerte. — Bald nach der Verwundung vollzogen sich im Plasma eigenartige Verschiebungen und Kontraktionen, und das betreffende Teilstück war gewissermaßen von dem Bestreben beseelt, die von der Verwundung herrührenden Plasmafetzen zu entfernen und eine das Schwimmen nicht behindernde und der alten Zellleibform ähnliche Gestalt zu gewinnen.

Einmal gelang es, einen Merozoiten, der gerade nur mit der Mundöffnung ausgestattet war, zu gewinnen; an diesem unbedeutenden, noch differenzierten Teil haftete noch ein ausgetretener Plasmatropfen anfangs von gleicher Größe an; die gestaltgebenden, vornehmlich an die Streifensysteme geknüpften Kräfte des differenzierten Teiles suchten nun gleichsam der ausgetretenen Masse Herr zu werden, Vorgänge, die nur zum

Fig. 1.

geringeren Teile mit Erfolg gekrönt waren (Fig. 1b), denn später schien das Plasma lichtbrechender zu sein und das Ganze ging nach ca. 15 Minuten zu Grunde (Fig. 1a u. b).

Die Größe der in den Merozoiten neu entstandenen Vakuole, die also an keine prädisponierte Stelle im Zellleibe allein gebunden ist, steht zumeist in keinem Verhältnis zu der die Flüssigkeit aufnehmenden Fläche des Bruchstückes und es gewinnt den Anschein, dass sie eben stets nur zu der Größe heranzuwachsen im stande ist, bei der sie die Oberflächenspannung der sie umgebenden, gegen die Außenwelt sie abgrenzenden Protoplasmaschichte nicht überwindet — aus eben demselben leicht näher formulierbaren Grunde gelingt in manchen Fällen ihre Entleerung gar nicht, während wieder in anderen Fällen unter beständigem Flüssigkeitszutritt vor der Vacuole einige paraplasmatische Hohlräume dieser widerspenstigen Plasmalage sich erweiterten, ihren Inhalt sekundär nach außen entleerten und so eine Art von Porus für die künftige kontrakile Vakuole bahnten. Kernlose Merozoiten nehmen nach einiger Zeit keine Nahrung mehr zu sich, wiewohl sie sich anfänglich sonst normal verhielten und auch gegen die Luftblasen des Präparates wie die unverletzten Glaukomen heranschwammen. — In Neutralrotlösungen gebracht, färbten sich die anfänglich noch gebildeten, aber sehr kleinen armen Nahrungsvacuolen blassrötlich, doch verblieb es bei dieser Farbennuance der Nahrungsteilchen, ohne dass später eine Aenderung — ein Zeichen der Verdauung — eingetreten wäre; auch tauchte anfangs der eigenartige Flüssigkeitshohlraum, der sich bei der beginnenden Verdauung um die Nahrungspartikeln der meisten von mir untersuchten Infusorien bildet, auch hier auf — doch wäre auch dieses Phänomen nur als eine Art von Nachwirkung früher normaler Zustände aufzufassen.

Einschaltend sei hier erwähnt, dass bei der totalen Konjugation der Vorticellen mit Neutralrot auf einem ziemlich späten Stadium, auf dem der Zerfall des Großkernes schon weiter vorgeschritten war, im Gegensatz zu den meisten anderen Ciliaten Verdauungsvorgänge nachgewiesen wurden. In je 3 Minuten löste sich die Nahrungsvakuole, die allerdings schon nicht mehr sehr reich mit Nährmaterial ausgestattet war, und zuweilen sogar von bloßen Wasservakuolen ersetzt wurde, auf und die neutrophilen Körnchen traten von der Peripherie des Schlundes oder aus der Mitte des Zellleibes von einer rötlich verfärbten Plasmastelle gegen sie heran. Die Entleerungsfrequenz betrug durchschnittlich 5 Minuten, bei normalen Tieren meist 7 Minuten. Später bildete sich um die Nahrungsvakuole der charakteristische Saum aus und der Nahrungsinhalt begann sich zu verfärben.

Auf den späteren Konjugationsstadien ruhen die Wimpern der Wimperscheibe oft $^1/_2$—1 Minute oder vibrieren nur auf der einen Seite, wogegen

die undulierende Membran in einer beständigen Bewegung begriffen ist. Der Schlag der Cilien beginnt dann wieder successiv nacheinander und schreitet von links nach rechts in 6—7 Wellenzügen. Vorticellen, deren Großkern von Bakterien ganz zerstört war, verdauten nicht mehr. Beim Paramaecium caudatum sammeln sich die Exkretkörnchen bei der Konjugation, sobald 4 Spindeln ausgebildet sind, unten an, die Cyklose ist gestört und die Vakuole entleert sich ohne die charakteristische Rosettenform sehr unregelmäßig. Nach der Wanderung der Kleinkernspindeln färbt sich der zerfallene Großkern mit Neutralrot etwas, die Exkrete wandern wieder mehr in die Mitte der Zellen und auch die Spindelteile färben sich beim Absterben mit dem besagten Farbstoff, um dann wieder zu verblassen.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit den kernlosen Merozoiten der Glaukomen wieder zu, so ist nachtragend zu bemerken, dass das Protoplasma nach einiger Zeit grünlich lichtbrechender wurde und dass gegen die Wundstelle zu nun eigenartige Aenderungen in der Oberflächenspannung eintreten, die sich in der Ausbildung von pseudopodialen Spitzen und Zacken äußern (Fig. 2a nach 30, b. nach 50 Minuten gez.). Die kernlosen Teilstücke gingen stets nach einiger Zeit zu Grunde; kleine Merozoiten starben nach 1 Stunde, ohne aber gleich einem Zerflitzungsvorgang des Plasmas anheimzufallen.

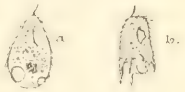


Fig. 2.

II. Kernhaltige Merozoiten mit unversehrtem Kernteil legten zunächst dieselben Reparationsbewegungen an den Tag und suchten häufig weit deformierte Protoplasmafetzen durch schnelle Rotation zur Ablösung zu bringen oder, falls sie sehr schmal und lang waren (Fig. 3a, b, c), schwammen sie zunächst nach vorwärts, dann rasch nach rückwärts, so dass der lange Plasmateil scharf umgeknickt und sodann derart zur Verschmelzung gebracht wurde (Fig. 3b, c) — ein Phänomen, das, zumal da die inneren tieferen physiologischen Vorbedingungen des Cilienschlages etc. unbekannt sind, fast auf zweckmäßige von einem psychischen Epiphänomen begleitete Momente hindeuten würde. — Die geschilderten Reparationsbewegungen u. Kontraktionen erfolgen noch vielfach später periodisch.

Fig. 3.

Der dem Kern anliegende Wundrand wird vielleicht unter dem verdichtenden Einfluss vonseiten dieses zunächst zusammengezogen und erhält eine schärfere Kontur. — Inzwischen bildete sich eine neue Vakuole aus 6—7 Bildungsvakuolen aus und entleerte sich nach außen in 4—5 Minuten. Demgemäß ist die Bildung der Vacuole nicht dauernd an eine bestimmte Stelle gefesselt, sondern bildet sich jedesmal auf der, der Plasmastruktur gemäß besonders geeigneten Stelle aus; schließlich werden ja die Vakuolen bei vielen Amöben und bei *Trepo-*

monas von dem inneren Strom fortgeführt, und bei einer *Trepomonas*, der durch Druck das vordere Ende abgesprengt wurde, entleerte sich die Vakuole an der Verwundungsstelle, wo für die Ausbildung eines temporären Porus gerade die günstigsten Bedingungen vorlagen. Die Vakuole kann auch unter Anwendung eines gewissen Druckes beim *Paramaecium* aus einem der zuführenden Kanäle entstehen; unter gleichen Verhältnissen bilden sich auch bei der *Stylonychia* wie schon berichtet, (Protozoenstudien I. Arbeiten d. Zoolog. Institute Wien XI) zwei neue kontraktile Vakuolen aus.

Nach einiger Zeit erhoben sich bei dem oben erwähnten, kernhaltigen Merozoiten an den Streifen gegen die Wundstelle zu äußerst zarte Plasmafädchen oder Stäbchen, die anfänglich terminal ein wenig keulig verdickt waren und nur leicht unregelmäßig flimmerten — erst später bilden sich aus ihnen durch Wachstumsvorgänge die normalen Cilien aus. Auch in einer holotrichen Cyste bemerkte ich derartige cilienbildende Plasmafädchen, die emporsprossen, sobald die Vakuolenthätigkeit begann und anfangs auch, gleichsam auf einer physiologischen Bildungsstufe sich befindend, unregelmäßig flimmerten. Dasselbe gilt von den neuen Geißeln der Polytoma-Teilindividuen.

III. Trennt man ein Teilstück derart ab, dass nur ein Teil des Kernes in ihm bleibt, so rundet sich dieser zunächst etwas ab, das Protoplasma gewinnt alsbald einen netzwabigen Habitus und die Vakuole pulsiert anfangs sehr unregelmäßig — auch finden hier die schon hinlänglich geschilderten Reparationskontraktionen statt; nach einiger Zeit wird auch hier die Regeneration vollendet, falls nicht die Verwundung zu stark und zu deformierend war, unter welchen Verhältnissen selbst kernhaltige Teilstücke naturgemäß nach einiger Zeit zu Grunde gehen.

Teilstücke, in denen der alte unversehrte Kern, sowie die alte Vakuole erhalten waren, legten ähnliche Phänomene wie die soeben geschilderten an den Tag, doch pulsierte die Vakuole unregelmäßig in 1 bis 1.20 und 1.30 Minuten. Nach einer $^1/_2$ Stunde erschien einmal schon die zarte Cytostomandeutung als das erste Regenerationsphänomen.

Werden Teilungsstadien der Glaukoma, bei denen die erste äußere Einschnürung auftrat, während die Vakuolen sich schon längst in der Zweizahl ausbildeten, einem Drucke ausgesetzt, so schwindet zwar zunächst diese Einschnürung, um aber bald wieder sich auszubilden. — Etwas ähnliches kann man auch an Seeigeleiern beobachten, bei denen nach einiger Zeit die alte Strahlung wieder zum Vorschein kommt. — Die größte innere Kraft stellt das Seeigelei derartigen äußeren deformierenden Druckkräften auf dem Stadium entgegen, da das monozentrische Strahlensystem in das dizentrische übergeht, es rundet sich dann auch alsbald ab und streift die kantigen, angepressten Baumwollfäden des Präparates leicht zur Seite. Auf diesem Stadium gelingt es auch, durch Druck die zentrosomalen Plasma-

differenzierungen derart zu beeinflussen, dass hernach in ihrer Wirkungsweise eine deutliche Heterotypie zum Vorschein kommt, da die dann ausgebildete Spindel ungleiche Strahlungen besitzt, von denen die eine oft bald ganz schwindet.

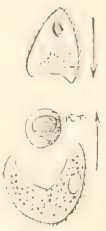


Fig. 4.

Nachtragend zu den Merozoitenexperimenten mag hier noch erwähnt werden, dass ein kleines kernhaltiges frisches Teilstück in mehreren Fällen als eine Art von Chemotropicum wirkte, gegen das die passend abgespaltenen Merozoiten in höchst auffallender Weise mehrmals heranschwammen. — (Fig. 4, kr = Kern).

Vielfach bemühte ich mich an den verschiedenartigsten Objekten zwei Zellleiber zur Verschmelzung zu bringen oder Teilstücke dieser zu transplantieren, doch fielen anfänglich die Resultate negativ aus; an den Seeigeleiern gelang dieses trotz der Anwendung von verschiedenen Methoden gar nicht: auch Plasmateile der Alge *Bryopsis plumosa*, die vielkernig ist und zu den *Siphoneae* gehört, verschmolzen nur dann, wenn sie innerhalb der röhrigen schützenden Zellmembran durch Druck zertrennt wurden; dabei wurden die kleineren, schon veränderten Plasmabruchteile eigentümlicher Weise wiederum aufgenommen, während oft kleinere abgetrennte Plasmateile eine sehr deutliche, grobe Schaumstruktur zeigten; wurde aber die Zellmembran gleichfalls verletzt, so bildeten sich in der Umgebung der Verletzungsstelle Sphaerokrystalle aus, die ziemlich groß, konzentrisch geschichtet, aber schwer sichtbar waren; sie sollen wohl eine Art von Wundverschluss darstellen. Traten die Plasmateile aus der Zellröhre heraus, so gelang es nicht mehr sie zur Verschmelzung zu bringen.

Ein so ausgetretener Protoplasmaballen begann alsbald periodisch (kurze Zeit nach der Verwundung gerechnet: nach 33, 34, 35, 37, $37^3/_4$, $38^1/_2$, 40, $40^1/_2$, 45, 46, $47^1/_2$, 49, 50, 52 etc. Minuten) sich zu vergrößern und vorzufließen, eine Erscheinung, die vielleicht nicht allein auf Turgorverhältnisse zurückführbar ist — möglicher Weise werden auch hiebei die äußeren Haut- und Niederschlagsschichten periodisch verändert und verflüssigt. Das Vorfließen vollzieht sich zumeist gleichsam „rollend", so dass die molekulare Aenderung in der Plasmahaut seitlich sich vollzieht, während daneben eine Plasmaverdichtung eintritt, die hernach gewissermaßen „überrollt," zur Seite gelangt, u. s. f. — Häuft man mehrere derartige Protoplasmaballen zusammen, so kann man eben infolge dieser eigenartigen Ausbreitungserscheinungen durch den aus ihnen sich ergebenden Druck höchst interessante Furchungserscheinungen in Scene setzen, wobei die Chloroplasten stets am Orte der größeren Verdichtung und geringeren Strömung wie passive Massen sich ansammeln.

Trotz dieser Misserfolge wurden die oben in Aussicht gestellten Versuche nicht aufgegeben, vielmehr wurden sie an Protozoen fortgesetzt, da

Jensen's Untersuchungen gemäß junge Orbitolites mit ihren Weichkörpern dauernd verschmelzen und eine gemeinsame Doppelschale aufbauen, die auch Penard und Rhumbler bei gewissen Formen beobachtete, da ferner die nächsten Protoplasmamassen der *Myxomyceten*, die *Myxamoeben* zu *Plasmodien* verschmelzen und zu gewissen Zeiten zwei Protozoenzellen entweder dauernd miteinander sich vereinigen, wie bei der Copulation (*Amoeben, Euglyphen, Cyphoderien* gelegentlich auch Infusorien wie *Hypotrichen* und *Chilodon*) oder teilweise zur Vereinigung gelangen wie bei der Conjugation, sowie, da bei einer Difflugia von der Seite her beim Vorströmen die eigenen Pseudopodien sich verbanden. Unter den Ciliaten wurden wiederum die Glaukomen zu Versuchstieren auserlesen.

1) Wurde bei einer Glaucoma zunächst durch einen Druck auf das Deckgläschen und dann durch sofortige langsame unbedeutende Verschiebung dieses gleichsam ein Teil des Plasmas aus dem Zellleib derart entführt, dass er mittelst eines Plasmafadens mit ihm in Verbindung blieb, so wurde dieser kernhaltige Teil nach ca. 15 Minuten, dem Faden gleichsam entlangwandernd, vollständig aufgenommen und das Tier regenerierte in normaler Weise weiter (Fig. 5a, b).

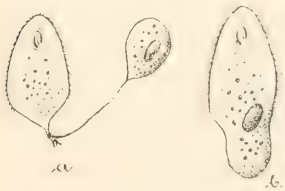


Fig 5.

2) Wurde ein längliches Teilstück in der Weise umgebogen, dass sich die entstandenen Wundränder berührten, so bestand zunächst zwischen beiden eine helle, schimmernde Grenzlinie, die aber nach und nach schwand, bis die beiden Teile schließlich verschmolzen.

3) In einzelnen sehr seltenen Fällen gelang es durch äußerst vorsichtige Deckglasverschiebungen und Wasserströmungen 2 Teilstücke von verschiedenen Individuen bald nach der Verwundung, da das Plasma äußerlich noch sehr viscide ist, zu einer allerdings nur temporären Verbindung zu bringen; diese waren nur in zwei Fällen von längerer Dauer. Einmal wurden zwei vordere Teile mit ihren Cytostomen verbunden und bewegten sich nach dieser Vereinigung noch 4 Minuten, stellten hernach ihre Progressivbewegungen ein, ohne aber abzusterben, was erst ziemlich spät erfolgte (Fig. 6). Ein anderesmal wurden 2 Endteile zur Verschmelzung gebracht, doch in der umgekehrten Folge, wie dies in der Figur 7 angedeutet ist (die punktierte Linie bei *a* u. *b* soll andeuten, bis wohin die Streifensysteme noch erhalten waren). In beiden Teilen tauchten

Fig. 6.

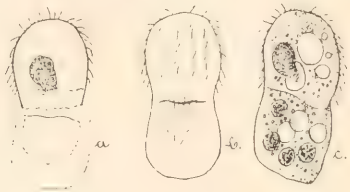


Fig. 7.

Vakuolen auf, von denen aber nur die kleineren unregelmäßig pulsierten; dieses Monstrum schwamm noch nach 24 Minuten lebhaft herum, ohne dass weitere sichtbare Veränderungen eingetreten wären und starb nach ca. 30 Minuten ab. Immer war aber noch eine Trennungslinie, die allerdings sehr zart und stellenweise gar nicht sichtbar war, zwischen den plasmatischen festeren „Gerüsten" sichtbar. Auch bei der Konjugation der Glaukomen verschmelzen diese nicht vollständig, wie man sich auf einem Stadium des Absterbens vor dem Zerfließen deutlich überzeugen kann, sobald die Hyaloplasmasonderung sehr augenfällig wird. Bei der totalen Konjugation der Vorticellen traten die stark vibrierenden Körnchen auch nie in die Mikrogonidie über.

4) Einer mündlichen Mitteilung des Herrn Professor B. Hatschek zufolge gelang es im zoologischen Institut der Prager Universität eine zertrennte *Pelomyxa* zur Vereinigung zu bringen; dieser Versuch wurde an dem einzigen Exemplar der *Pelomyxa*, das mir zur Verfügung stand, wiederholt — die Teilstücke verschmolzen zwar in diesem Falle nicht, da sie vielleicht nicht behutsam genug mit den Wundrändern aneinandergefügt wurden, doch krochen sie unter einem cytotropen Einfluß lange Zeit auffallend lebhaft mit ihren Zellleibern aneinander vorbei. — Kleine Amoeba limax sowie andere Amoeben wurden nicht zur Vereinigung gebracht, selbst wenn infolge des Druckes die äußere Kontur zwischen den beiden Individuen gerade nur noch sichtbar war. Später wurden in dem Oberflächenhäutchen der Heuinfusion bis 1,5 mm große Amoeben gefunden, die einerseits große Aehnlichkeit mit der *Pelomyxa* besaßen, während wieder die inneren Strömungen an Plasmodien erinnerten (Fig. 8). Diese Myxamoeben enthielten zahlreiche Kerne (*kr.*), ferner runde lichtbrechende Glanzkörperchen, die manchmal „Sprossbildungen" an ihrer Peripherie führten (*gr*), sowie feinere Hyalogranula und einige wenige, kleine langsam pulsierende Vakuolen. In den Nahrungsvakuolen fand man offenbar als Verdauungsprodukte der Bacteriennahrung lichtbrechende, prismatische, goldgelbe Körper, die auch bei der Glaukoma vorkommen. Zerschneidet man nun eine derartige *Amoeba* und bringt die Wundstellen rechtzeitig aneinander, so gelingt es nach einiger Zeit, sie an einzelnen Orten in Verbindung zu bringen, ja

Fig. 8.

an einem Stück gelang es, zuerst auf der einen Seite einen Merozoiten des eigenen Plasmaleibes zur Verschmelzung zu bringen (Fig. 8 1, 1), während auf der anderen Seite ein Merozoit eines anderen Amöbenindividuums aufgepropft (Fig. 8, 3) und hernach noch seitlich ein Merozoit unbekannter Provenienz angeschmolzen wurde (Fig. 8, 2,). Ein anderesmal wurden Teilstücke von 3 fremden Amoeben in der in dem Schema (Fig. 9) angegebenen Kombination successive durch vorsichtige langwierige Manipulationen mit einem feinen Messer und einer Nadel in einem möglichst flach ausgebreiteten Wassertropfen aneinandergebracht: auch hier bildeten sich zunächst pseudopodiale Lappen aus, die oft wieder zurückgezogen wurden, bis die Trennungslinien durchbrochen wurden und Verbindungsbrücken sich ausbildeten, in denen alsbald sich lebhafte Strömungserscheinungen vollzogen, die zu einer Vermischung der Plasmainhalte führten. Weitere bemerkenswerte Aenderungen konnten an den Organismen nicht festgestellt werden. Aus den Versuchen ersieht man nun, dass bei einigen niedrigst organisierten Wesen jederzeit unter gewissen Umständen eine vollkommene Plasmafusion eintreten kann, dass aber schon bei den höher organisierten Formen experimentell höchstens nur eine teilweise Plasmavereinigung gelingt; am längsten kann in der phylogenetischen Organismenreihe die Plasmafusion von Teilstücken desselben Individuums sich vollziehen. Hinderlich bei diesen Vorgängen ist 1) zunächst die Ausbildung von besonderen Hautschichten unter dem verdichtenden Einfluss des äußeren Mediums, die bei der Amöbenbewegung auch successive angelegt werden. Diese Hautschichten entstehen entweder in der Weise, dass durch die umgebende Flüssigkeit ein Teil der Eiweißstoffe in Lösung gerät, während der Rest durch eine Veränderung im chemischen Sinne, sei dies nun durch Hinzutritt von Substanzen von außen oder von innen verdichtet wird, oder dass Flüssigkeit aus dem colloidalen Magma des peripheren Plasmas nach außen gelangt oder aber schließlich die umgebende Flüssigkeit die Eiweißkörper fällt, da im Sinne Pfeffer's das Lösungsmittel dieser verdünnt wurde. — Am mächtigsten ist meines Wissens die Hautschichte bei der *Amoeba terricola* und *tentaculata*[1]) (Fig. 10) ausgebildet, im letzteren Falle stellt sie einen Doppelkontur dar, welcher stellenweise kraterartig

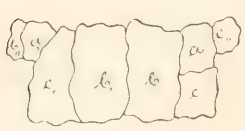


Fig. 9.

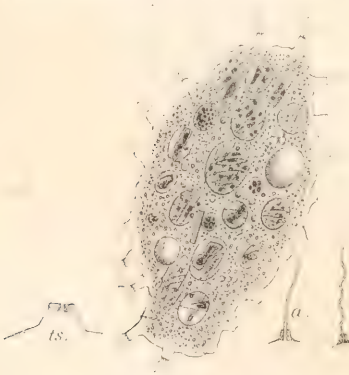


Fig. 10.

1) Gruber, Zeitsch. f. wiss. Zoologie 36 p. 459 Fig. XXX. 1882.

emporgehoben ist; aus einer Perforation kommen dann die zylindrischen, mitunter Amoeba radiosaartig tordierten, mittellangen Pseudopodien heraus (Fig. 10, *ts.* nach Essigsäurebehandlung, *a* und *b* die Pseudopodien). Unter Druck schwindet aber auch der innere Kontur dieser mächtigen Niederschlagsmembran.

2) Wirken einer Plasmaverschmelzung die verschiedenen Spannungsverhältnisse des Gerüstplasmas entgegen, die von den einzelnen Stellen der Form der Zelle je nach ihrer Spannung und Krümmung sowie vielleicht vom Individuum selbst abhängig sind.

3) In letzter Instanz kommen schließlich gewisse Individualchemismen der Zelle selbst in Betracht, die sich beständig spezifisch ändern und bei Tieren verschiedener Altersstufen sehr different sein mögen. Selbst Infusorien, die freiwillig zu einer Konjugation schreiten, verschmelzen bekanntlich infolge dieser Verhältnisse sehr selten vollständig.

(Schluss folgt.)

C. J. Koning, Der Tabak.

Studien über seine Kultur und Biologie.

4. 86 Stn. Amsterdam. J. H. u. G. van Heteren. Lpz., W. Engelmann, 1900.

Der Verfasser hat ausgedehnte Untersuchungen auf den holländischen Tabakpflanzungen angestellt, um sowohl die Physiologie, als auch die Pathologie, namentlich die gefürchtete Mosaikkrankheit des holländischen Tabaks des Genaueren zu studieren. Von wesentlichem Werte zeigt sich eine richtige Düngung, denn die Pflanzen brauchen viel organische Kalisalze; dadurch wird nicht nur ein höherwertiges Produkt erzielt, sondern auch eine größere Resistenz gegen pathogene Einflüsse. Von wesentlichster Bedeutung für die Tabakindustrie ist die Fermentation der Blätter, denn durch diesen Gärungsprozess wird der Tabak einer völligen Aenderung unterworfen, durch den Gärungsprozess wird der Geruch und Geschmack des späteren Fabrikates hauptsächlich bedingt. Koning glaubt, dass die Fermentation hauptsächlich durch verschiedene Bakterienarten, aber nicht durch die Loew'schen Enzyme bedingt ist. Je nach den verschiedenen Tabakarten und verschiedenen Bakterien, welche die Gärung hervorrufen, muss auch das entstandene Endprodukt verschieden sein. Nach den angestellten Untersuchungen fehlten nie der *Bacillus subtilis* und *Bacillus mycoides*, daneben kommen auch fakultative und obligate Anaerobier sicher in Frage. Koning gelang es außer den genannten noch eine Reihe von Mikroorganismen aus den gärenden Tabakhaufen zu isolieren, welche der Autor mit dem Namen *Bacillus Tabaci* I, II, III u. s. w. belegte. Diese Mikroorganismen bedingen in erster Linie die Fermentation. Auf das kulturelle Verhalten der einzelnen Bacillen und deren besonderen Anteil an der Tabakfermentation kann hier nicht eingegangen werden.

Besondere Aufmerksamkeit wird der Verbesserung des holländischen Tabaks zugewendet. Nach den ausgedehnten Untersuchungen kann eine solche durch kulturelle Maßnahmen erzielt werden, wobei Düngung und Wechselbau (Leguminosen) eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Eine

weitere wichtige Frage ist die Gewinnung eines kräftigen Samens. Es ist zweckmäßig, die Samenpflanzen nicht besonderen günstigeren Bedingungen auszusetzen, vielmehr müssen in Anlehnung an das Selektions- und Anpassungsprinzip die besten der unter den gewöhnlichen Bedingungen wachsenden Pflanzen als Samenpflanzen verwendet werden. Eine künstliche Befruchtung wäre gleichfalls zu empfehlen. Eine weitere Verbesserung des Tabakes ist durch Anwendung bestimmter Bakterienreinkulturen zur Fermentation zu erreichen. Dieses Problem ist für die gesamte Gärungstechnik von weittragendster Bedeutung und wird auch vielfach praktisch angewendet, z. B. zur Herstellung von Südweinen aus anderen Traubensäften durch Hinzufügen der entsprechenden *Saccharomyces*-Reinkulturen. Koning hatte gefunden, dass eine Impfung des zu vergärenden Tabakes mit einer Mischung der Reinkulturen des *Bacillus tabaci* I und III dem Tabak das richtige gute Aroma verleiht. Dieser Laboratoriumsversuch wurde an vor der Fermentation sterilisierten Tabakblättern ausgeführt. Eine Sterilisation ist aber im Großbetriebe ausgeschlossen. Dennoch war auch bei nicht sterilisierten Blättern durch diese Impfungen eine Verbesserung des Produktes eingetreten.

Eine eingehende Untersuchung wird der Flecken- oder Mosaikkrankheit des holländischen Tabakes gewidmet. Nach ihrem Massenauftreten drängt sich in erster Linie die Vermutung auf, dass wir es mit einer bakteriellen Erkrankung zu thun haben. Obgleich es Koning nicht gelungen ist, einen bestimmten Erreger dieser Erkrankung sicher zu stellen, so schließt er doch auf dessen Vorhandensein auf Grund der vielfach modifizierten Uebertragungsversuche. Sicher kann man eine vollkommen gesunde Pflanze durch Impfung mit Teilen einer kranken Pflanze infizieren. Die Kontagiosität und Virulenz der Krankheitsursache ist eine erstaunlich große. Auffallend erscheint es, dass die Filtration eines stark verdünnten Blattsaftes kranker Pflanzen durch Chamberland-Pasteurkerzen oder Berckefeldfilter ein Filtrat liefert, das volle Infektionskraft besitzt. Ein solcher Versuch spricht sehr für Toxinwirkung. Aber die mit dem Filtrat infizierte Pflanze liefert wieder ein ebenso kräftig wirkendes Filtrat; die Infektiosität des Filtrates nimmt trotz Ueberimpfung auf mehrere Generationen nicht ab. Würde man bei dieser Versuchsreihe an reine Toxinwirkung glauben, so müsste man annehmen, dass sich das Gift immer von neuem erzeugt, oder dass es von einer so immensen toxischen Kraft sei, dass selbst die weitgehenden Verdünnungen, welche die Uebertragung auf die vielfachen Generationen mit sich bringt, noch immer innerhalb der Dosis toxica gelegen wären. Koning verweist auf die Verhältnisse bei der Maul- und Klauenseuche (Loeffler und Frosch), wo es bisher auch nicht gelungen ist, die Erreger kulturell darzustellen. Der Autor nimmt an, dass es sich auch bei der Mosaikkrankheit um so kleine Mikroorganismen handelt, für welche die sonst als bakteriendicht gebräuchlichen Filter nicht mehr undurchgängig sind. Ob dieser Erklärungsversuch die einzige Möglichkeit bedeutet, kann bei dem heutigen Stande der Bakteriologie nicht sicher gesagt werden, denn für die Lyssa ist es trotz der exaktesten Untersuchungen (R. Kraus) noch nicht gelungen ein geformtes Virus nachzuweisen; ein gleiches gilt ja auch für die akuten Exantheme und die Lues. **R. F. Fuchs** (Erlangen). [17]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Februar 1901.** **Nr. 4.**

Inhalt: **Albrecht**, Die „Ueberwindung des Mechanismus“ in der Biologie. — **Trips**, Ueber die Zeichnung und Färbung der Wald- und Schneehühner in ihrer Bedeutung zur Phylogenie und Systematik. — **Zacharias**, Flottierende Synchaeten-Eier. — **W. Rosenthal**, Der gegenwärtige Stand der Neuronlehre. — **Steiner**, Die Funktionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese.

Die „Ueberwindung des Mechanismus“ in der Biologie.

Bemerkungen zu O. Hertwig's Vortrag:
„Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert.“

Von Prosektor Dr. **Eugen Albrecht**.

In seiner auf der Aachener Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte gehaltenen Festrede hat O. Hertwig als Facit eines Ueberblicks über die Entwicklung der Biologie im verflossenen Jahrhundert die Folgerung aufgestellt, dass sowohl der Vitalismus wie die mechanistische Auffassung des Lebens als überwundene Standpunkte zu betrachten seien. Hertwig mag mit der Erörterung dieser theoretischen Prinzipienfrage bei vielen heutigen Biologen geringen Dank ernten: vor allem bei jenen Fanatikern der „Thatsachen“, welchen, nach einem nicht gerade seltenen Ausspruche, „die kleinste neu aufgefundene Thatsache viel mehr wert ist, als die schönste allgemeine Theorie“. Es mag sein, dass dieser letztere Standpunkt manchem als skeptisch-empiristisches Resultat einer reichen Erfahrung sich ergiebt, und als solches unsere Achtung verdient; viel häufiger allerdings, so will es mir scheinen, ist jene Abweisung des Theoretischen ein bequemes und nicht gerade sehr gedankentiefes Mittel, um das mangelnde Interesse oder Verständnis für den inneren Zusammenhang, sei es der großen Erscheinungen eines einzelnen wissenschaftlichen Gebietes, sei es mehrerer, zu verdecken, und eine nicht allzu erfreuliche Folge des Prädominierens unserer so vortrefflich ausgearbeiteten und in anderer Richtung so fruchtbaren Methodik.

Ich meine also, dass man die Erwägungen, welche Hertwig bei dieser Gelegenheit in der gewohnten klaren und fesselnden Darstellungsweise giebt, schon um deswillen begrüßen darf, weil sie das alte Problem in neuer Beleuchtung zeigen; dass man sich mit den von Hertwig vorgebrachten Gedankengängen beschäftigen darf, obgleich bei solchen theoretischen Dingen „ja doch nichts Praktisches herauskommt". Ich selbst habe nicht bloß die Wahl des Hertwig'schen Themas, sondern noch mehr das von ihm vorgetragene Resultat seiner Erwägungen umsomehr mit Freude begrüsst, da ich schon vor 2 Jahren über denselben Gegenstand und anscheinend mit der gleichen Folgerung mich ausgelassen habe[1]). Indessen gerade weil es sich um theoretische, distinktive, begriffliche Fragen handelt, möchte ich es bei aller formalen Uebereinstimmung mit der obengenannten Folgerung nicht unterlassen, meine Bedenken gegen die Herleitung derselben, wie sie Hertwig giebt, geltend zu machen. Denn ich bin der Ansicht, dass Hertwig's Begründung in mancher Hinsicht unzureichend und unrichtig ist, dass seine Auseinandersetzungen demnach für die weitgehende Konsequenz eine genügende Basis nicht darstellen. Vielleicht, dass ich darin irre: jedenfalls will ich nicht versäumen, eine teilweise entgegengesetzte Rechnung, welche zum scheinbar gleichen Resultate führt, den biologischen Forschern zur „Nachrechnung" vorzulegen.

Nach Hertwig ist „ebenso unberechtigt wie der Vitalismus das mechanistische Dogma, dass das Leben mit all seinen komplizierten Erscheinungen nichts anderes sei, als ein chemisch-physikalisches Problem, unberechtigt wenigstens so lange, als man unter Chemie und Physik nicht ganz anders geartete Wissenschaften versteht, als sie uns jetzt nach Inhalt und Umfang auf grund ihrer historischen Entwicklung entgegentreten" (S. 24). Ich stimme diesem Satze Hertwig's ohne weiteres zu. Aber ich stehe gleichzeitig auf dem von Hertwig bekämpften Standpunkt von Du Bois-Reymond, dass, wenn im Organismus die anorganische Substanz keine anderen Kräfte entfaltet als außerhalb desselben, dass dann „eben alle Vorgänge in der Zelle physisch-chemischer Art wie in einem Reagierglase" sind[2]). Und ich gehe andererseits auch noch weiter als O. Hertwig, indem ich finde, dass der Satz von der Unzulänglichkeit der Physik und

1) „Leben und lebende Substanz." Vortrag auf der 70. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, 1898. Ausführlich und mit Anmerkungen publiziert unter dem Titel: „Vorfragen der Biologie." Wiesbaden. J. F. Bergmann. 1899.

2) Du Bois-Reymond hat in seiner Argumentierung von Atomen gesprochen, und Hertwig wendet sich dagegen. Auch sonst hört man nicht selten gegen diese „bloße Fiktion" mit Eifer polemisieren, als ob in der freilich in der That oft genug geübten Hypostasierung dieses Begriffs der eigentliche Grund für die mechanistische und materialistische Richtung der Naturwissen-

Chemie auch für irgend welchen Vorgang in der anorganischen Welt, namentlich aber für irgendwelche maschinellen Bildungen, genau ebensosehr gilt, wie für die lebenden Geschöpfe: dass somit in dieser Unzulänglichkeit nicht bloß der heutigen, sondern auch aller künftigen Physik und Chemie eine besondere Charakterisierung weder der lebenden Körper noch der Lebenseigenschaften gelegen sein kann. Die Gründe, weshalb diese scheinbaren Widersprüche mir wohl vereinbar erscheinen, ergeben sich leicht aus einer Betrachtung der Hertwig'schen Beweisführung.

Nach Hertwig beginnt das „eigentliche Lebensproblem" überhaupt erst da, wo die Untersuchung des Chemikers und Physikers aufhört. „Ueber dem Bau des chemischen Moleküls erhebt sich der Bau der lebenden Substanz als eine weitere, höhere Art von Organisation, erhebt sich der Bau der Zelle" (S. 25) u. s. w.

Es leuchtet wohl ohne weitere Begründung ein, dass dieselben Gründe auch dem Physiker und Chemiker entgegengehalten werden können, welcher an eine mit chemischen Umsetzungen arbeitende Maschine (etwa ein Automobil, welches außer der Arbeitsleistung auch Kohlensäure, Wasser etc. produziert) mit der Prätension herantreten wollte, dieselbe ganz und gar zu „erklären". Denn: über dem Bau des Benzins, des Eisens und Holzes erhebt sich der Bau des Automobils als eine weitere höhere Art von Organisation. In jenem Satze Hertwig's ist ein prinzipieller Unterschied zwischen dem Problem des Lebens und dem Problem der Maschine nicht gekennzeichnet[1]).

Das Gleiche wie von der Organisation behauptet Hertwig auch von den Wirkungen des Organischen.

„In demselben Maße wie durch die Ineinanderfügung der Atome zu Molekülen, der Moleküle zu den höheren Substanzeinheiten der lebenden Zelle, der lebenden Zellen zu den Pflanzen und Tieren immer neue, zahlreichere und höhere Formen der Organisation geschaffen werden, so verhält es sich auch mit den von ihnen ausgehenden Wirkungen. Mit jeder der unendlichen Stufen und Formen der Organisation werden neue Wirkungsweisen produziert. Und so hat es auch der Forscher mit dem Auftreten der Pflanzen und Tiere mit einer ganz neuen Welt ungemein mannigfaltiger Wirkungen zu thun, wie sie in dieser Weise in der unbelebten Natur nicht vorkommen und

schaft läge (s. z. B. Kleinpeter: Zur Ignorabimusfrage Beil. z. Allg. Ztg. 1900. Nr. 111). Dazu mag hier nur bemerkt sein, dass du Bois-Reymond, wenn er diesen Einwand vorausgesehen hätte, für seine Beweisführung des Atombegriffs sehr leicht hätte entraten und statt dessen von „anorganischen Körpern", „Elementen" etc. hätte reden können.

1) Diese Seite der Frage ist weiter ausgeführt in den „Vorfragen der Biologie", besonders S. 75 f.

nicht vorkommen können, weil hier die dafür erforderliche Organisation ganz fehlt; ich nenne nur die Erhaltung der Art durch Wachstum und Zeugung, Stoffwechsel, die verschiedenen Arten der Irritabilität, Phototaxis, Chemotaxis, Geotropismus u. s. w., Bewusstsein, Sinnes- und Denkvermögen und endlich alle die verschiedenen Wirkungen, welche die einzelnen Zellteile aufeinander, welche Zelle auf Zelle, Organe auf Organe, Pflanzen und Tiere auf einander ausüben." (S. 26 f.).

Da dieser „Beweis aus den Wirkungen" sich als direkte Folgerung mit der Besonderheit der Organisation des Lebenden darstellt, so wird er (wenigstens in der vorliegenden Fassung) mit dem erstangeführten und aus denselben Gründen hinfällig. Gewiss, er teilt gleichfalls die Welt in Organisches und Unorganisches, bezeichnet Unterschiede zwischen Belebtem und Unbelebtem, aber er giebt so wenig wie der „Beweis aus der Organisation" das principium divisionis an, durch welches diese Trennung als eine „grundsätzliche" unüberbrückbare erwiesen würde. Mit demselben Rechte könnte man in dieser Art an allen möglichen Orten gleich „prinzipielle Scheidungen" machen: zwischen Ein- und Vielzelligen, Krypto- und Phanerogamen, zwischen Eizelle und fertigem Tier, schließlich auch zwischen Kohle und kohlensaurem Kalk: überall hat man es auch hier bei den höherstehenden Formen mit „einer ganz neuen Welt ungemein mannigfaltiger Wirkungen zu thun, wie sie in dieser Weise" bei der niedrigeren Form „nicht vorkommen können, weil hier die dafür erforderliche Organisation ganz fehlt".

Es kommt hier nicht darauf an, diese beiden Beweise weiter zu erörtern, zumal sie in dem Vortrage mehr eine Besonderheit des Lebensproblems zu bezeichnen als genau zu definieren und zu begründen bestimmt waren. Dagegen muss etwas anderes an diesen Sätzen Hertwig's bemerkt und hervorgehoben werden.

Wie man sieht, beabsichtigt Hertwig mit denselben durchaus nicht etwa eine Wiederbelebung der alten Lehre von der Lebenskraft[1]): er drückt sich im Gegenteil, wie mir wenigstens scheint, in diesen Sätzen sogar unmissverständlich dahin aus, dass er die Lebenserscheinungen als den Erfolg einer besonderen Bethätigung besonders geordneter chemischer und physikalischer Wirkungsweisen[2]) betrachtet. Denn die oben aufge-

1) Mit den modernen vitalistischen Richtungen, welche ich l. c. angeführt und zu widerlegen versucht habe, beschäftigt sich der Vortragende nicht weiter (s. S. 19, 23).

2) Wenn sich Hertwig hier, wie schon früher, gegen den Gebrauch des Wortes „Kraft" wendet, so geht er dabei wohl von Vorstellungen aus, welche heutzutage nicht mehr zu fürchten sind: vgl. Hertwig, Zeit und Streitfragen der Biologie, II. Heft, W. Roux: „Für unser Programm und seine Verwirklichung", Arch. f. Entw.-Mech. V. Bd. 1. und 2. Heft; Referat im Biol. Cbl., Bd. 17, 1897, S. 769.

führten Gründe sind der Art, dass wohl kein Mechanist der Gegenwart oder Zukunft einen Widerspruch zwischen ihnen und seinen eigenen Anschauungen finden würde. Mit der eben citierten Aufstellung könnte Hertwig sich nur gegen einen völlig bornierten Mechanisten wenden, welcher etwa behaupten wollte, dass auch in den Lebewesen nur diejenigen Wirkungen, „Wirkungsweisen", vorkämen, welche auch an den einfacher zusammengesetzten Körpern der anorganischen Welt sich finden. Wenn Hertwig sich diese Art von Mechanisten nicht zu einem Klopffechtergange eigens konstruiert, wird er ihn wohl kaum finden. Der Sinn dieser Verurteilung der mechanistischen Anschauung kann also nicht darin gelegen sein, dass die Grundaufstellung derselben: die Rückführbarkeit aller Vorgänge an Lebewesen auf die allgemeinen Gesetze der Physik und Chemie im Sinne einer besonderen Anwendung — umgestoßen würde. Trotz der Wendung gegen den physikalisch-chemischen Mechanismus steht Hertwig mit dieser Argumentierung völlig auf mechanistischem Boden. Diese letztere kann sich vielmehr offenbar nur gegen jene Mechanisten richten, welche mit der vollkommenen Lösung aller chemischen oder physikalischen Fragen, die im lebenden Organismus sich bieten, das „eigentliche Lebensproblem" (oder sagen wir lieber: alle wesentlichen Probleme des Lebens) vollständig aus der Welt geschafft glauben würden. Hertwig leugnet nirgends[1]), dass das Leben ein physikalisch-chemisches Problem darstelle; er warnt vielmehr nur davor, es ausschließlich als solches aufzufassen.

Hier muss eine prinzipielle Frage gestellt werden. Hält Hertwig mit seiner Aufstellung, dass das Leben dennoch etwas anderes sei, als ein ausschließlich chemisch-physikalisches Problem, die Behauptung oder Vermutung für vereinbar, dass jeder Lebensvorgang als solcher **vollkommen** einen physikalischen (bezw. physikalisch-chemischen im geläufigen Sinne des Wortes) Vorgang darstelle? Denn dies ist offenbar die Behauptung du Bois-Reymond's und aller Mechanisten, während sie wohl ohne weiteres mit der Hertwig'schen Einschränkung einverstanden sein werden, dass neben den physikalischen und chemischen noch eine Menge wichtigster Probleme in der Biologie vorliegen. Auch der enragierteste Mechanist, welcher schließlich im ganzen geistigen wie körperlichen Leben des Einzelindividuums wie der Völker nichts anderes sieht, als einen ungeheuer komplexen Mechanismus, wird bereitwillig zugeben, dass es z. B. noch ethnische, soziologische, ethische, ästhetische und viele andere Fragen gebe, welche nach Untersuchungsart, wie Untersuchungsgegenständen von der physikalischen und chemi-

1) Vgl. auch S. 27 den Ausdruck „biologische Verbindungen" und die folgende Auseinandersetzung über die Arbeitseinschränkung des Physikers.

schen Forschung vollkommen verschieden sind. Ich komme darauf noch zurück.

Sehen wir jetzt zunächst zu, inwieweit die von Hertwig bekämpfte mechanistische Anschauung Du Bois-Reymond's zu recht besteht. „Ein Eisenteilchen ist und bleibt ein und dasselbe Ding, gleichviel ob es im Meteoriten den Weltkreis durchfliegt, im Dampfwagenrade auf den Schienen dahinschmettert, oder in der Blutzelle durch die Schläfe eines Dichters rinnt." Man gestatte mir, diesen Satz etwas zu erläutern. Die Identität des Eisenteilchens in all den angeführten Verbindungen und Lagen wird dadurch erwiesen, dass bei bestimmt geleiteter Zerstörung dieser „Verbindungen" immer wieder unter anderen Endprodukten eines erhalten wird, das die von der anorganischen Chemie gefundenen „Erkennungsreaktionen" des Eisens giebt (welches umgekehrt für die Chemie nur durch diese mit Sicherheit bestimmbar ist). Der Satz des Berliner Physiologen stellt also nur eine rednerische Ausschmückung der einfachen Thatsache dar, dass aus all den genannten Gebilden nach mehr oder weniger tiefgreifender Zerstörung derselben „Eisen" wieder gewonnen werden kann. Dieses jeweilige Endprodukt ist aber, kraft seiner Einordnung in irgend welche Verbindung in dieser selbst nicht „ein und dasselbe Ding", soferne Gleichheit zweier Gebilde das Vorhandensein sämtlicher Eigenschaften nicht bloß potentia, sondern auch actu in beiden bedeutet. Hält man sich diese Definition des „Eisenteilchens" gegenwärtig, so sieht man unschwer, dass der nächstfolgende Satz, welchen Hertwig nach du Bois-Reymond citiert, positiv unrichtig wird: „So wenig wie in dem Mechanismus von Menschenhand, ist in dem letzteren Fall irgend etwas hinzugetreten zu den Eigenschaften des Teilchens, irgend etwas davon entfernt worden."

Es liegt hier einer der allergewöhnlichsten Denkfehler vor, welcher ebenso leicht zu widerlegen, als schwer aus dem täglichen Gebrauche auszumerzen (und in letzterem schließlich auch nicht bedenklich) ist: die Vorstellung nämlich, als ob der chemische Körper, das „Element", eine Art von Ding an sich, das „Wesen", der „Kern" aller derjenigen Erscheinungsweisen sei, in welchen sich die betreffende „Substanz" uns darstellen könne — während es doch klar ist, dass auch der für die Elementaranalyse ausgeschiedene Stoff die charakteristischen Eigenschaften eben nur in seiner nunmehrigen „Umgebung", unter der Voraussetzung [1]) all derjenigen nicht bloß inneren, sondern auch äußeren Bedingungen (Temperatur, Licht, Attraktion der Erde, Lösung, Vermischung mit anderen „Körpern" etc.) sich als Eisen oder Sauerstoff etc. darthun lasse, welche wir sozusagen

1) Ueber eine andere Voraussetzung, jene unserer „Einstellung" auf objektive Bewusstseinsinhalte s. Vorfr., Einleitung.

stillschweigend voraussetzen und deshalb für gewöhnlich vernachlässigen. Demgemäß kann auch die du Bois-Reymond'sche Behauptung von der Identität der Stoffe keinen anderen Sinn haben als den, dass sie immer wieder in die s. v. v. „kritische Lage" gebracht werden können, in welcher ihre chemische Agnoszierung gelingt. Und umgekehrt ist es uns von dieser Erwägung aus auch nicht mehr schwer, entgegen du Bois-Reymond die Meinung zu hegen, dass „das Eisen" im Hämoglobin des Blutkörperchens in der augenblicklichen Konstellation und Wechselwirkung seiner Eigenschaften mit denjenigen der in bestimmter räumlicher und zeitlicher Anordnung zu ihm gelagerten und auf dasselbe einwirkenden Körpern innerhalb des roten Blutkörperchens, „etwas anderes" sei als jenes „totgeglühte" Eisen auf dem Platinblech, an welchem etwa der physiologische Chemiker sein Vorhandensein im Blutfarbstoff nachweist [1]).

Solcherart verklausuliert stellt sich uns wohl der eingangs angeführte Grundsatz von du Bois-Reymond in einem Lichte dar, in welchem wir ihn gelten lassen können. Wir nehmen für keine chemische Verbindung an, dass die Elemente in derselben „neue Kräfte" entfalten, führen vielmehr das Neue, was durch die Vereinigung entsteht, eben auf die Kombination selbst zurück [2]). Im Wesen dieser Kombination aber liegt es, dass die etwa ursprünglich in Erscheinung getretenen Eigenschaften der Elementarkörper (z. B. Farbe, Gewicht, amorpher Zustand des reduzierten Eisens) jetzt nicht mehr zutage treten, wenngleich sie vielleicht in jedem Augenblicke durch Zerstörung der Verbindung wieder sichtbar gemacht werden können. Das Eisensulfat hat mit seiner anderen „Organisation" auch andere Eigenschaften als das metallische Eisen, und so auch sämtliche anderen, anorganischen wie organischen, Eisenverbindungen. Immer entsteht, wenn man will, mit der Neuverbindung etwas gegen alle übrigen, und auch gegen „das Element" Spezifisches, durch besonderes Aussehen und besondere Wirkungsweisen Charakterisiertes: gemeinsam bleibt nur die Erfahrungsthatsache, welche uns unter der Hand zu einer logischen Forderung geworden ist, während sie vor hundert Jahren noch keines von beiden war: dass sich aus allen existierenden Verbindungen eine geringe Anzahl von nicht weiter zerlegbaren Körpern (sowie von größeren und kleineren Mengen sich in bestimmter Richtung gleichmäßig verhaltender Gruppen, einfacherer Verbindungen, Radikale im weitesten Sinne) wieder herstellen lasse. Geben wir nun aber die durch unsere Er-

1) „Diese Eigenschaften sind von Ewigkeit, sie sind unveräußerlich und unübertragbar" (du Bois-Reymond). Die erstere Behauptung ist eine Phrase, welche weder Beweis noch Gegenbeweis zulässt, die beiden anderen sind, aber mit der obigen Einschränkung, Erfahrungsthatsachen.

2) Ueber die Berechtigung bezw. genauere Definition dieser Annahme s. Vorfr., 3. Teil.

fahrungen und durch die Forderung der Oekonomie des Denkens gleichmäßig sich empfehlende Grundannahme zu, dass in allen chemischen Verbindungen die gesamten Möglichkeiten der Wirksamkeit gegeben seien durch die Art und Kombination der zusammensetzenden Bestandteile, so gilt eben für alle chemischen Wechselwirkungen, also auch für jene der organischen Körper, dass diese Vorgänge chemischer Art, „wie in einem Reagierglase", sind. Und das Gleiche ergiebt sich für alle physikalischen Prozesse in lebenden Körpern. Ich habe diese Beweisführung in den „Vorfragen der Biologie" von den „chemischen Voraussetzungen" aus analog in einer etwas abweichenden und erweiterten Weise gegeben: wenn wir nämlich statt der hier betrachteten „chemischen Eigenschaften" — welche bekanntlich durchweg nur mit Hilfe physikalischer Bestimmungen (Farbe, Gewicht, Schmelzbarkeit etc.) gewonnen werden — allgemein die „Konstanz der Elementareigenschaften" annehmen [1]), so folgt hieraus und aus der anderen Thatsache, „dass der lebende Organismus ebenso wie alle anderen Körper sich seinem ganzen Massenbestande nach völlig aus diesen Elementen aufbaut, ohne weiteres die Berechtigung, für alle seine Eigenschaften, gleichviel wie komplizierter Art sie sein mögen, die Ableitung aus kompliziertester Gruppierung und Ineinanderwirkung eben der ihn zusammensetzenden elementaren Körper zu versuchen — oder wenigstens für möglich zu halten."

Man kann einen ganz entsprechenden Beweis für die Berechtigung mechanistischer Anschauungsweise auch aus der Betrachtung des Organismus als physikalischen Systems (von den „physikalischen Voraussetzungen" aus) ableiten (l. c. S. 22). Es würde zu weit führen, denselben hier anzudeuten, obwohl gerade von da aus der Nachweis meiner obigen Behauptung noch durchsichtiger zu liefern ist, dass auch eine vollständige, ideale physikalische Darstellung aller Lebensprozesse deren Sonderart als Lebensprozesse — „Erhaltung der Art durch Wachstum und Zeugung, Stoffwechsel" etc., s. o. — nicht im mindesten aufheben, dass sie im Gegenteil diese Frage gar nicht berühren würde (l. c. S. 75 f. u. 89 ff.). Wenn die Physiologie bei der Untersuchung der Lebensvorgänge mit Hilfe physikalischer und chemischer Methoden nicht eitel Heuchelei treibt und auf ein vitalistisches Dogma eingeschworen ist, so wird sie sich zunächst weder für noch gegen die Möglichkeit erklären dürfen, dass spezifisch „vitale" Vorgänge, oder alle Lebensvorgänge irgend einmal wirklich und vollständig unter die allgemeinen Gesetze der Physik und Chemie als besondere Fälle derselben eingereiht werden könnten; wird aber diese Möglichkeit überhaupt zugestanden, so ist auch die angegebene Folgerung, welche so

1) l. c. S. 21 ff., 71 ff.

vielen Physiologen im Laufe der Arbeit entschwunden zu sein scheint, unabweisbar: dass auch ein vollkommen physikalisch-chemisch begreifliches Leben immer noch etwas ganz Besonderes und Eigenartiges wäre[1]). Für einen derartig idealen Zustand der Biophysik würden dann wohl gerade die spezifisch biologischen Fragen das eigentlich Wissenswerte darstellen, welches wir heute, im Banne des großartigen Aufschwunges der physikalisch-chemischen Untersuchung, mehr zu vernachlässigen geneigt sind. Der Standpunkt eines solchen Biologen würde ungefähr demjenigen des Geologen oder des Astronomen entsprechen, welcher keinen Augenblick daran zweifelt, dass jede von ihm untersuchte Erdformation aus bekannten Elementen sich zusammensetze, ohne dass ihn diese Frage zu interessieren vermöchte; dass die sichtbaren Gestirne in ihren ungeheuren Ballen im wesentlichen Eigenschaften und Möglichkeiten der terrestrischen Stoffe und Wirkungen aktualisieren, ohne dass er bei der Untersuchung ihrer Bahn auch nur daran zu denken brauchte. Die Verschiedenheiten in den angeführten Beispielen sind nur Verschiedenheiten der Untersuchungsweise; Kriterien und Methoden, Ziele und Aufgaben sind dem theoretischen Physiker andere als dem Geologen oder Astronomen, welche ihm in ihrer Hinwendung zur „konkreten Physik" in gewissem Sinne ebenso gegenüber stehen, wie ein Biologe nach dem Herzen Hertwigs einem mechanistischen Physiologen vom Schlage du Bois-Reymond's gegenüber stehen würde[2]). So hat Hertwig wieder recht, wenn er (S. 27) den Physiker von der Aufgabe entbindet, „sich mit den Wirkungen jeder Art, die von allen nur möglichen Körpern in der Welt ausgehen, zu beschäftigen"; er hat unrecht, sobald er ihm diese Beschäftigung für irgend ein Objekt verbieten will, für welche sie nicht bloß anwendbar, sondern auch von so weittragendem Interesse ist, als etwa die Physik der lebenden Körper. Des-

1) S. zu diesem Punkt: E. Baur, Zur chemischen Theorie der lebenden Substanz, Biol. Cbl., Bd. 18, 1898. S. 239 und meine Kritik l. c. S. 73 ff.

2) Hertwig klagt darüber, dass die Physiologen von Fach zumeist nur die chemischen und physikalischen Probleme der organischen Welt bearbeiteten, andere dagegen, wie die Physiologie der Entwicklung und Zeugung, bei Seite liegen ließen — während diese von den Morphologen um so intensiver bearbeitet würden. Man wird indessen diese Gegenüberstellung nicht gar zu schroff nehmen dürfen: hat sie ja doch nicht geringe Aehnlichkeit z. B. mit jener Arbeitsteilung, welche die Pharmakologen zum Teile überwiegend zu Chemikern, zum Teil überwiegend zu Physiologen macht, indem die einen synthetisch und analytisch die chemische Natur der wirksamen Körper untersuchen, die anderen die Wirkungen auf den Tierkörper. So wenig wie hier werden in den von Hertwig einander gegenüber gestellten Gebieten die Forscher zugeben, dass ihre Trennung etwas anderes als ein Gebot der Arbeitsteilung sei, mit der Hoffnung auf spätere Wiedervereinigung der „getrennten Betriebe."

wegen braucht der Physiker natürlich noch lange nicht, wie Hertwig meint, gleichzeitig die Arbeit des Physiologen und Psychologen u. s. w. in einer Person zu vereinigen: der Physiologe muss Physiker sein, nicht umgekehrt. Und man wird es keinen grund- noch ruchlosen Optimismus nennen dürfen, wenn er sich in weitgespannter Hoffnung die Aussicht erträumt, eines Tages in dem ganzen verwickelten Gebiete klar und durchsichtig die Fäden der physikalischen Gesetze aufzeigen zu können.

Zusammenfassend können wir also von zwei folgenden Sätzen, welche Hertwig als gleichbedeutend gleichmäßig bestreitet, den einen bejahen und sagen: „**alles in der Welt sei Physik und Chemie**“, also auch alle Lebensvorgänge: nämlich für die physikalische und chemische Betrachtung (l. c S. 24, 36 etc.); und gleichzeitig halten wir mit Hertwig den gerade vorherstehenden Satz für unrichtig, „die Erforschung des Lebens sei **nichts als**[1]) ein chemisch-physikalisches Problem“. Beide Sätze sind für Hertwig identisch, für uns nicht. (Schluss folgt.)

Max Trips: Ueber die Zeichnung und Färbung der Wald- und Schneehühner in ihrer Bedeutung zur Phylogenie und Systematik.

Inaugural-Dissertation. Tübingen, Verlag von Franz Pietzcker, 1900.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung der Zeichnung und Färbung der Wald- und Schneehühner nach Maßgabe der von Eimer aufgestellten Zeichnungsgesetze und bildet eine Erweiterung der von Eimer und Fickert an Raub- und Schwimmvögeln ausgeführten Untersuchungen. Der Verfasser versucht auf Grund dieser Resultate die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Species dieser Gruppe von Vögeln festzustellen, wie es auch in der angeführten Eimer-Fickert'schen Arbeit über die Zeichnung der Schwimmvögel geschehen ist. Die Untersuchungen, die an 21 Arten ausgeführt wurden, ergaben als niederste Zeichnungsstufe Reste einer Längsstreifung, welche hauptsächlich noch im Dunenkleide dieser Vögel erhalten ist und genau auf eine ebensolche des Dunenkleides der Schwimmvögel zurückgeführt werden kann. So vollkommen wie bei den Steissfüßen ist diese Längsstreifung an den Dunenkleidern der Wald- und Schneehühner zwar nicht mehr zu erkennen, häufig sind die Streifen in Flecken aufgelöst oder zum Teil z. B. die Kehlstreifen völlig verschwunden. Als niederste Zeichnungsstufe des Conturfederkleides tritt in der ganzen Gruppe der Wald- und Schneehühner Querstreifung oder Querbänderung auf, während die einfärbigen Formen die in der Entwicklung am weitest fortgeschrittenen sind, einerlei ob ihre Kleider braun, schwarz, metallisch glänzend oder weiß erscheinen. Statt der Einfärbigkeit können sich auch Zierfiguren

1) Von mir hervorgehoben.

ausbilden, wie z. B. die Augflecke. Den Uebergang von der Querstreifung zur Einfärbigkeit bilden folgende Zwischenstufen: 1. Einfache Verbreiterung der Querbänder, 2. Unregelmäßiges Zusammenfließen der Bänder und Bildung von Flecken zweiter Ordnung, 3. Sprenkelung, 4. Rieselung und Querrieselung. Jede dieser Zwischenformen kann rein vorkommen und zur Einfärbigkeit führen, oder aber in Kombination mit anderen einfärbige Formen erzeugen. Dieser letztere Entwicklungsgang ist der häufigere, sodass z. B. oft neben den aus den Querstreifen hervorgegangenen Flecken zweiter Ordnung Sprenkelung beobachtet wird. Im allgemeinen kann die Einfärbigkeit als ein Ausgleich von Zeichnungs- und Grundfarbe aufgefasst werden. Die weiße Einfärbigkeit entsteht dagegen einfach dadurch, dass die Querbänder schwinden unter gleichzeitigem Vorrücken der weißen Farbe vom hinteren Federrande her. Die verschiedenen Uebergangszeichnungen von der Querstreifung zur dunkeln Einfärbigkeit stehen in einem bestimmten Folgeverhältnis. So können aus stark verbreiterten Querstreifen Flecken zweiter Ordnung hervorgehen und aus diesen wieder Sprenkelung oder Rieselung, eine Umkehrung dieser Zeichnungsfolge wird aber nie beobachtet. Die Sprenkelung oder Rieselung des Gefieders, die aus der Ferne gesehen häufig schon den Eindruck der Einfärbigkeit macht, muss auch bei den Wald- und Schneehühnern als eine sehr vorgerückte Zeichnungsstufe betrachtet werden. Bei den Waldhühnern sehen wir die Zeichnungsform meistens nur auf die Männchen beschränkt, während sie bei den Schneehühnern auch für das Gefieder der Weibchen charakteristisch wird. Eine solche Bedeutung wie im Gefieder der Entenvögeln erreicht die Rieselung indessen auch bei den Schneehühnern nicht. Was nun die Ausfärbung der einzelnen Federn betrifft, so konnte festgestellt werden, dass am zusammengefalteten Flügel die bedeckten Teile der Arm- und Handschwingen, also die Innenfahnen viel rascher zur Einfärbigkeit gelangen als die zu Tage tretenden. Auf Grund dieser Beobachtung erörtert der Verfasser die Frage, ob wohl dieser gesetzmäßigen Umbildung ein der Farbenphotographie oder Farbenanpassung im Sinne O. Wiener's ähnlicher Vorgang zu Grunde liege. Nach der O. Wiener'schen Theorie müsste angenommen werden, dass die bedeckten Teile des Gefieders auf die Einwirkung der darüber liegenden Federn mit einer Durchschnittsfärbung der Zeichnung und Färbung dieser Federn reagieren würden. Der Verfasser ist indessen zur begründeten Ansicht gelangt, dass in den vorliegenden Fällen kein farbenphotographischer Vorgang in Frage kommen kann, da sehr oft sogar meistens gerade die zu Tage tretenden distalen Federenden vorgerücktere Zeichnung und Färbung zeigen als die verdeckten proximalen. Auch die Zuchtwahl kann natürlich für die Zeichnung der bedeckten Federabschnitte nicht verantwortlich gemacht werden, und es wird sich diese Ausfärbung wohl allein durch die auf physiologischen Ursachen beruhende nach bestimmter Richtung gesetzmäßig verlaufende Zeichnungsentwicklung erklären lassen.

Was nun die beobachtete Farbenfolge in der Grundfarbe der Gruppe der Birk- und Auerhühner betrifft, so fand sich als ursprüngliche Grundfarbe graugelb oder rostgelb. Diese heller gelben oder rötlichen Töne haben Neigung zu verdunkeln und werden bei fortgeschritteneren Arten dunkel rostgelb, rostrot, rostbraun, rotbraun, dunkelbraun, schwarzbraun. Als nächste höhere Stufe begegnet uns grau, blaugrau, und als höchste

Stufe schwarzbraun oder schwarz, eine metallisch glänzende Prachtfarbe, oder aber weiß ohne Zeichnung. Zeichnung und Färbung gehen in ihrer Entwicklung im allgemeinen Hand in Hand. So finden sich bei längsgestreiften Formen auch die niedersten Farbtöne in der Grundfarbe.

Ein Merkmal, welches die Federn mittlerer Zeichnungsstufe der Wald- und Schneehühner auszuzeichnen pflegt und von dem Verfasser zum erstenmal beobachtet worden ist, sind helle Schaftstriche auf den Federn. Diese bilden sich dadurch, dass dunkles Pigment von den Seitenrändern der Federn gegen den Schaft zu vorrückt; solange nun das Pigment in der Schaftgegend von beiden Seiten her den Schaft noch nicht erreicht hat, besteht ein heller Schaftstrich. Bei *T. tetrix* ♀ sind z. B. beim 12 Wochen alten Vogel auf dem Brustschild die Querbänder vollständig geschlossen, welche im Alter von 4 Wochen noch helle Schaftstriche zeigten. Die hellen Schaftstriche können sich indessen auch sehr lange erhalten und finden sich dann auch noch, wenn die Zeichnung des Gefieders zur Fleckung zweiter Ordnung und zur Rieselung vorgeschritten ist. Manchmal treten die hellen Schaftstriche in eigentümliche Beziehung zur Zeichnung und führen zu augenähnlichen Bildungen (*Falcipennis Hartlaubii* und *Bonasa um bellus Var. Sabinei)*.

Alle neuen Eigenschaften in der beschriebenen Zeichnungs- und Färbungsfolge treten zuerst am Männchen auf und zwar am alten Männchen. (Männliche Praeponderanz.) Bezüglich der Ausfärbung des Gefieders am einzelnen Vogel äußert sich bei den Birk- und Auerhühnern eine latero-mediane Entwicklung. So stehen die Oberflügeldeckfedern meist auf einer niedereren Stufe als die Armschwingen, diese auf einer niedereren als die Handschwingen und ebenso sind die medianen Steuerfedern stets weniger weit vorgeschritten als die lateral gelegenen. Neben dem latero-medianen beobachten wir ein postero-anteriores Fortschreiten der Zeichnung, sodass in wellenförmiger Aufeinanderfolge immer die ältesten Eigenschaften von jüngeren verdrängt, „gleichsam über den Schnabel hinausgeschoben“ werden. (Wellenförmige Entwicklung.) Sehr häufig hat der Verfasser beobachtet, dass die verschiedenen Teile des Gefieders eines und desselben Individuums auf verschiedener Entwicklungsstufe stehen. Diese Erscheinung der „Heterepistase“ in der Umbildung der Arten macht es oft schwierig, bei zwei Arten zu entscheiden, welche als die höher stehende zu betrachten sei. In solchen Fällen hat sich der Verfasser bei Aufstellung seines Stammbaumes eines Pointierungs-Verfahrens bedient, an der Hand dessen es ihm auch möglich war, etwaige Zweifel zu zerstreuen. Es wurden für die höhere Zeichnungsform an diesem oder jenem Körperteil der beiden in Frage stehenden Formen ein Point angesetzt und durch die Summe der Points die Stellung der betreffenden Arten entschieden. Da, wo es sich um die Einreihung mehrerer Arten mit derselben Zeichnungsform handelte, wurde zwischen denjenigen stets eine nähere Verwandtschaft angenommen, die in der Umbildung ihrer Zeichnung denselben Weg eingeschlagen hatten. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, ergaben sich für den systematischen Zusammenhang der Wald- und Schneehühner, die im folgenden kurz erwähnten Beziehungen. Wald- und Schneehühner sind von einer gemeinschaftlichen Urform abzuleiten. Die Waldhühner trennen sich in 4 deutlich charakterisierte Gruppen, während die Schneehühner nur einen Hauptzweig bilden. Die zu der ersten Gruppe

der Waldhühner zu der *Pediocaetes*-Gruppe und *Cupidonia cupido* gehörigen Arten lassen hauptsächlich durch die gleichartige Umwandlung ihrer Querstreifen in Flecken zweiter Ordnung ihre Zusammengehörigkeit erkennen. Die zur zweiten, der *Dendragapus*-Gruppe gehörigen Species mit *Centroc. urophasianus* zeichnen sich ebenfalls durch einen gemeinschaftlichen Typus der Flecken zweiter Ordnung aus und haben alle einen großen weißen Fleck in der Achselgegend gemeinsam. Zur höchsten Entwicklung in Bezug auf ihre Zeichnung und Färbung gelangt die dritte, die *Tetrao*-Gruppe; charakteristisch ist hier das Auftreten von Rieselung. Während *T. urogallus* ♂ im allgemeinen auf dieser Stufe stehen bleibt, erreicht das Gefieder des *T. tetrix* ♂ schon zum großen Teil und des *T. mlokosiewiczi* fast am ganzen Körper ein glänzend schwarzes Aussehen. Gemeinsam ist dieser Gruppe ferner die frühzeitige Entwicklung des prächtigen durch Interferenz farbig schillernden Brustschilds.

Die Vertreter der vierten, der *Bonasa*-Gruppe gehen in ihrer Entwicklung nicht wesentlich über die Stufe hinaus, die auch von den Angehörigen der zweiten, der *Dendragapus*-Gruppe, erreicht wird; statt der Rieselung gelangt hier indessen mehr Einfärbigkeit, und zwar erst hellere und dann dunklere zur Entwicklung neben einer eigentümlichen Tendenz Flecken zweiter Ordnung zu bilden, besonders auf den Oberflügeldeckfedern und auf den an den Nacken anstoßenden Rückenfedern. Durch diese Zeichnung schließt sich *Bonasa sylvestris* sehr nahe an *B. umbelloïdes* an, welch letztere ihrerseits die höchststehende Varietät der Untergruppe der *B. sabinei* und *B. umbellus* darstellt. Die weiße Einfärbigkeit an Unterbrust und Bauch und die Bildung eines dunkeln Brustschildes auf der Vorderbrust deutet andererseits auf eine nahe Beziehung zwischen *B. sylvestris* und *Falcip. Hartlaubii.*

Schwieriger war es, einen Stammbaum der Schneehühner aufzustellen, wegen deren großer Veränderlichkeit in Zeichnung und Färbung. Die höchste Zeichnungsstufe, die von den Schneehühnern erreicht wird, ist neben der weißen Einfärbigkeit die Rieselung. Sie wird dargestellt durch *Lagopus mutus* Elliot und *L. leucurus* Elliot. Die mit diesen beiden Formen gemeinsam von *L. albus* abgezweigte Art *L. hyperboreus* führt zur Querstreifung und zur Fleckung zweiter Ordnung über, Zeichnungstypen, die bei der verwandten *L. rupestris* Elliot noch viel mehr zur Geltung kommen und auch im Sommerkleide die gezeichneten Teile des Gefieders von *L. albus* fast vollkommen einnehmen. Als diejenigen Arten, welche in der Entwicklungsrichtung der Schneehühner am wenigsten fortgeschritten sind, betrachtet der Verfasser *L. scoticus* und *L. persicus*, die beide eines weißen Winterkleides entbehren und dem Stamme der Waldhühner dadurch am nächsten stehen. v. L.

Flottierende Synchaeten-Eier.

Mitteilung von Dr. Otto Zacharias (Plön).

Zu denjenigen Rotatorien, welche sich in größerer Anzahl an der Komposition des Süßwasserplanktons beteiligen, gehören mit in erster Linie gewisse Vertreter der Gattung *Synchaeta*. Am häufigsten findet man

Synchaeta pectinata und *Synchaeta tremula* in unseren stagnierenden Binnengewässern. Diese Rädertiere haben die Gewohnheit, die von ihnen produzierten Eier am hinteren Teile ihres Körpers zu befestigen und mit sich herumzutragen. In der Regel handelt es sich bei den Synchaeten nur um ein einziges Ei, welches auf die angegebene Art mit dem Muttertiere in Verbindung bleibt. Dasselbe Verhalten begegnet uns bei den Anuräen. Bei den Brachioniden dagegen finden wir Weibchen, welche beständig eine größere Anzahl von Eiern mit sich umherführen, was höchst wahrscheinlich den Sinn hat, dass letztere auf solche Weise vor dem Untersinken bewahrt werden und andernteils in immer neue Berührung mit lufthaltigem Wasser kommen.

Ich habe indessen die Beobachtung gemacht, dass in manchen Gewässern die Eier von *Synchaeta pectinata* auch frei ins Wasser abgelegt werden; das war z. B. der Fall im sogenannten Pfaffenteiche zu Schwerin. Dann sind diese Eier aber für das Schwebleben besonders eingerichtet, insofern sie mit zahlreichen, radiär von der Schale abstehenden Borsten besetzt sind, die ihnen eine oberflächliche Aehnlichkeit mit Heliozoen geben. Bei einem Durchmesser des kugelrunden Eies von 70 μ besitzen jene Borsten eine Länge von 100—120 μ.

Im spätsommerlichen Plankton des Gr. Plöner Sees kommt, wie ich neuerdings zu konstatieren Gelegenheit gehabt habe, sehr zahlreich *Synchaeta stylata* Wierz. vor, und diese Species produziert hier ausschließlich freischwebende Eier von 50 μ Durchmesser, die mit Borsten von 60 μ Länge ausgestattet sind.

Synchaeta tremula, welche im Gr. und Kl. Plöner See die Eier in Einzahl am Hinterleibs-Ende zu tragen pflegt, kittet sie im Schweriner Pfaffenteiche an die Fäden einer planktonischen *Bacillariacee* (*Melosira sp.*), sodass ihr Verfahren an dieser Lokalität mit dem übereinstimmt, welches von C. Apstein anderwärts für *Diurella tigris* konstatiert worden ist[1]).

Dem Schwebleben in völlig anderer Weise angepasst sind aber die Eier von *Bipalpus vesiculosus* Wierz. et Zach. Dieses Rädertier ist ziemlich zahlreich in den norddeutschen Seen anzutreffen und es produziert während des ganzen Sommers ellipsoidische Eier, welche von einer dicken Gallerthülle umgeben sind, mittels deren sie sich in den oberen Wasserschichten erhalten können. Im Mittel besitzt jedes solche *Bipalpus*-Ei einen Längsdurchmesser von 160 μ und einen Quermesser von 120 μ. Mit der Gallerthülle zusammen aber beträgt der Längsdurchmesser 280 μ und der Querdurchmesser 220 μ. [94]

1) Apstein: Das Süßwasserplankton 1896 p. 161.

Der gegenwärtige Stand der Neuronlehre.

Von **Werner Rosenthal.**

A. Hoche: Die Neuronenlehre und ihre Gegner. Hirschwald, Berlin 1899. (Erweiterte und ergänzte Ausgabe des auf d. Jahresversamml. deutscher Irrenärzte in Halle 22. IV. 1899 erstatteten Referates, in ursprünglicher Form abgedr. in d. Berliner klinischen Wochenschr. 1899, Nr. 25—27).

Max Verworn: Das Neuron in Anatomie und Physiologie. Vortr. i. d. gemeinsch. Sitz. d. mediz. Hauptgruppe d. 72. Naturforschervers. zu Aachen 1900. In erweiterter Form m. 22 Abb. bei Gust. Fischer, Jena 1900 (ohne Abbild. u. Litteratur in ursprüngl. Form abgedr. in d. Deutschen mediz. Wochenschr. 1900, Nr. 38).

Die Erörterungen über den feineren Bau des Nervensystems nehmen aus dem Gebiet der Tierhistologie zur Zeit vielleicht das lebhafteste Interesse weiterer Kreise in Anspruch. Es soll hier versucht werden, den gegenwärtigen Stand unseres Wissens, anknüpfend an die beiden im Titel genannten Vorträge zu schildern. Ref. stellt es sich zur Aufgabe, einerseits die Ergebnisse der histologischen Forschung, soweit sie zur Zeit als thatsächlich begründet angesehen werden können, in möglichster Kürze und doch auch für denjenigen, der die Fortschritte der Tierhistologie nicht im einzelnen zu verfolgen in der Lage ist, verständlich darzulegen und andererseits die in dem Meinungsstreit zu Tage tretenden Grundanschauungen und die Bedeutung der histologischen Befunde für andere Wissensgebiete zu würdigen. Für viele Einzelheiten und insbesondere für die meisten Litteraturbelege sei aber auf die genannten Broschüren verwiesen; das eben bezeichnete Ziel wird dort in ausführlicherer Darstellung erreicht.

Die ähnliche Aufgabe, vor die beide Autoren gestellt waren, durch ihren Bericht eine Diskussion einzuleiten, führte sie zu einer ähnlichen Anordnung des Stoffes und ähnlicher Ausführlichkeit in der Behandlung. Doch haben beide Berichte ihren individuellen Charakter und ihre besonderen Vorzüge, die hauptsächlich mit dem Fachstandpunkt der Autoren zusammenhängen. Hoche hat seinen Vortrag für die Separatausgabe ausführlicher gestaltet als Verworn, der die Vortragsform mehr gewahrt hat. Ersterer legt auch besonderen Wert auf wörtliche Zitate, sowohl der wichtigsten Gegner der Neuronlehre, Apáthy, Bethe und Nissl, wie des eifrigsten Verteidigers Lenhossek. Zum Schluss fasst er als Pathologe die Punkte zusammen, die für den Menschen Geltung haben. Verworn stellt die ältere und neuere Geschichte der Nervenhistologie in mehr gleichmäßigem Flusse dar und verweilt ausführlich bei den Gründen, die aus der experimentellen Physiologie für und wider die Neuronlehre vorgebracht werden können. Beide Autoren geben die wichtigsten Litteraturnachweise und zeigen an, in welchen Werken sich vollständige Litteraturverzeichnisse zur Neuronlehre (1898 schon über 400 Nummern) finden.

Zum Eingang heben unsere beiden Autoren hervor, dass die Neuronlehre, als sie 1891 von Waldeyer zusammengefasst und getauft wurde, das natürliche und schon verschiedentlich ausgesprochene Ergebnis der damals vorliegenden Beobachtungen war, worauf ja auch die rasche und für einige Jahre so gut wie allgemeine Anerkennung dieser Theorie beruht. Verworn betont besonders, dass sie das übereinstimmende Ergebnis der Forschung auf 3 Spezialgebieten war: nicht nur die Histologie auf grund der Golgi'schen Versilberungs- und der Ehrlich'schen Methylenblaumethode, sondern auch die Entwicklungsgeschichte, vornehmlich durch die Untersuchungen von His und die beobachtende und experimentelle Pathologie der Wirbeltiere führten zu ihr.

Der Inhalt der Neuronlehre ist in Kürze folgender: Das gesamte centrale und periphere Nervensystem, abgesehen von den Stützsubstanzen, Gefäßen, Hüllen und ähnlichem, ist zusammengesetzt aus gleichartigen Einheiten, die Neurone genannt werden. Jedes Neuron besteht aus einer Zelle, Ganglienzelle (= Nervenzelle) oder auch sogenannter Sinneszelle (neuerdings auch Rezeptionszelle genannt) und einem oder mehreren Fortsätzen. Ein Fortsatz (in seltenen Fällen 2) stellt immer ein Axon oder Neurit, d. h. den Axenzylinder einer markhaltigen oder marklosen Nervenfaser dar und kann als solche außerordentlich lang sein. Die Axone enden im Zentralnervensystem, in peripheren Ganglien, Sinnesorganen, in Muskeln, Drüsen oder sonst im Körper mit einer spärlichen oder reichen Endverzweigung oder Aufsplitterung; aber auch Teilung in 2 Hauptäste kommt häufig vor und innerhalb des Zentralnervensystems geben fast alle Axone wenige oder zahlreiche ebenfalls mit Verzweigung endende Seitenäste oder Collateralen ab. Die allermeisten Ganglienzellen besitzen außer dem Axon noch mehrere Protoplasmafortsätze oder Dendriten, die in der Nähe der Zellleiber mit reichen Verzweigungen enden. Die bekannten Erregungsbahnen der höheren Wirbeltiere (von der Hirnrinde zu den Muskeln, von den Sinnesorganen zur Rinde, die Reflexbahnen) bestehen alle aus 2 oder mehr Neuronen; diese sollen nur durch Kontakt mit einander in Verbindung stehen: die End- und Seitenzweige der Axone sind untereinander oder mit den Dendriten eng verflochten oder umspinnen korbartig den Zellleib des andern Neurons. Bei der Entwicklung wird jedes Neuron als einfache Zelle angelegt, aus der zunächst das Axon und später die Dendriten hervorwachsen. Wird das Nervensystem verletzt, so degenerieren alle von ihrer Zelle abgeschnittenen Fortsätze, und auch die Zellen, deren Axon verletzt ist, erleiden Veränderungen und dauernde Degeneration, wenn dasselbe nicht vom zentralen Stumpf her regeneriert wird. Auf den genannten Erregungsbahnen aber macht die Degeneration vor dem nächsten Neuron zunächst imer Halt.

Aus diesen Ergebnissen der Histologie, Entwicklungsgeschichte und Pathologie entwickelten sich Anschauungen, die man als die physio-

logische Seite der Neuronlehre bezeichnen kann. Teils sind es zwingende Folgerungen aus den eben geschilderten Beobachtungen und den festbegründeten Thatsachen der experimentellen Physiologie, teils bloße Vermutungen über den Zweck und Sinn des verwickelten Baues der Neurone. Die Physiologen im engeren Sinn haben bei ihrer Formulierung kaum mitgewirkt, denn, wie Verworn sagt, die physiologische Forschung muss von der anatomischen immer erst eine gewisse Grundlage erhalten und ist hinter derselben gewöhnlich um eine Phase der Entwicklung zurück, was die Geschichte dieser Wissenschaften bestätige. Zu den notwendigen Folgerungen gehört, dass die Erregung durch Kontakt von einem Neuron auf das andere übertragen werde und dass unter anderem die korbartige Umspinnung der Ganglienzellleiber mit Axonverästlungen dieser Uebertragung diene. Die Funktion der Dendriten aber gehört schon in das Gebiet der Vermutungen, wie sich aus dem Nebeneinander zweier Anschauungen ergiebt. Einige Forscher wollten in ihnen nur Ernährungsorgane der Zellen sehen und sprachen ihnen die Funktion der Erregungsleitung ab. Die Mehrzahl aber hielt sie für ein notwendiges Glied in der mannigfachen Verbindung zahlreicher Neurone untereinander; dabei schrieben sie ihnen aber meist nur die Funktion cellulipetal zu leiten zu, während die Axone und ihre Verzweigungen „in der Regel cellulifugal" leiten sollten. Es sind das von den Verhältnissen der motorischen Bahn abgeleitete Anschauungen, die sich jeder experimentellen Prüfung entziehen. Die langen Axone der peripheren Nerven leiten bekanntlich in beiden Richtungen, wie die Untersuchung der negativen Schwankung bei der Erregung lehrt. Der alte Erfahrungssatz der Physiologie, dass qualitative und quantitative Aenderungen der fortgeleiteten Erregung nur in Organen, in denen Ganglienzellen vorhanden sind, möglich sei, stimmte mit der Neuronlehre vortrefflich zusammen; ob aber die Erregung in jedem Neuron auch den Zellkörper normalerweise passieren müsse, konnte bei der T förmigen Gestalt vieler Neurone (im Bauchstrang der Gliedertiere und in den Spinalganglien der höheren Wirbeltiere) zweifelhaft erscheinen.

Als phantastische Spekulationen und Auswüchse der Neuronlehre sind nach Hoche zu bezeichnen die Lehre von der Plastizität der Neurone, d. h. einer amöboiden Beweglichkeit der Dendriten, auf die nach dem verschiedenartigen Aussehen der Versilberungsbilder und aus der oberflächlichen Aehnlichkeit der Dendriten mit Pseudopodien von Rhizopoden geschlossen wurde und worauf dann Hypothesen über das Wesen des Schlafes, der Hysterie und der psychischen Vorgänge überhaupt aufgebaut wurden; Hoche weist sie mit wenigen Worten, Verworn im physiologischen Abschnitt in ernsthafter Widerlegung zurück.

Verworn bezeichnet als einziges wesentliches Element der Neuronlehre den Gedanken, dass Ganglienzelle und Nervenfaser eine

einzige Zelle repräsentieren. Hoche zählt mehrere wesentliche Bedingungen derselben, dass nämlich diese entwicklungsgeschichtliche und histologische Einheit es auch, dank der freien Endigung der Fortsätze, immer bleibe und eine physiologische funktionelle Einheit darstelle, d. h. dass dem einzelnen Neurone als solchem ein einheitlicher Erregungsvorgang spezifisch sei, für dessen normalen Ablauf alle Teile des Neurones unentbehrlich sind.

Beide Autoren referieren ausführlich über die histologischen Forschungen des letzten Jahrzehnts, die sie unter zwei Rubriken, nämlich einerseits innerer Aufbau der Nervenzellen und ihrer Fortsätze und andererseits Zusammenhang oder Getrenntbleiben der Neurone einteilen.

Hier kann auf die meisten der zahlreichen, von verschiedenen Seiten stammenden Beobachtungen nicht eingegangen werden, es sollen daher auch nur solche Namen genannt werden, auf die später Bezug genommen wird. Bezüglich des zweiten Punktes wurde von verschiedenen Autoren, von denen nur Dogiel und Held genannt seien, ein Zusammenhang von Ganglienzellen durch protoplasmatische Brücken beschrieben. Auch „Concrescenz" der die Zellkörper umgebenden Endkörbchen mit diesen wurde behauptet, aber ebenso lebhaft bestritten. Bezüglich des inneren Baues der Nervenzellen wurden die Untersuchungen Nissl's über die meist nach ihm benannten, aber schon von Flemming beschriebenen stark färbbaren Körperchen ausgebaut und bestätigt; für oder wider die Neurontheorie lassen sie sich nicht verwerten. Auf die beiden angeführten Punkte beziehen sich die Arbeiten Apáthy's und Bethe's. Sie ragen nach Umfang und Erfolg vor allen andern hervor und dienen fast allein allen Einwänden zur Grundlage, die gegen die Neuronlehre erhoben wurden. Sie müssen daher hier kurz dargestellt werden; für die breitere Ausführung und insbesondere die Folgerungen, die die beiden Autoren selbst aus ihren Befunden gezogen haben, sei auf die Originalaufsätze derselben verwiesen, die sie in diesem Centralblatt veröffentlicht haben (18. Bd., Jg. 1898 S. 704 ff. und S. 843 ff.). Aus den letzten Veröffentlichungen Bethe's aber sollen einige wichtige Einzelheiten hervorgehoben werden.

Apáthy's Untersuchungen datieren zum Teil schon längere Zeit zurück, aber seine Veröffentlichungen wurden nicht beachtet, solange sie allein lauter entgegengesetzten Erfahrungen, aus denen die Neuronlehre siegreich erwuchs, gegenüberstanden. Mit verschiedenen Färbemethoden, unter denen Vergoldung den ersten Platz einnimmt, gelang es ihm, ein von verschiedenen älteren Forschern mehr vermutetes als beobachtetes histologisches Element, die Neurofibrillen, wie er sie nennt, in klaren Bildern darzustellen. Diese Neurofibrillen durchziehen kontinuierlich die Ganglienzellen, Dendriten, Axone und ihre Verzweigungen und treten in die peripheren Organe, Muskeln, Epidermis, Sinneszellen ein. In den Zellkörpern, in dem Neuropil (der früher

[Leydig] als Punktsubstanz bezeichneten zentralen Masse der Bauchstrangganglien von Wirbellosen) und auch in den peripheren Organen treten sie unter einander netzartig in Verbindung, auch verzweigen sie sich mit oder ohne Aenderung des Kalibers. Apáthy stellt sich vor, dass diese Neurofibrillen selbst zusammengesetzt seien aus, isoliert nicht darstellbaren, Elementarfibrillen, deren Trennung, Vereinigung und Umlagerung die Verzweigungen und Netze bilden. Freie Endigung der Neurofibrillen komme weder in den Zellen noch im Neuropil vor; auch in den peripheren Organen, glaubt Apáthy, ständen die feinsten aus den Aufsplitterungen der Axone stammenden Neurofibrillen untereinander schlingenförmig in Verbindung; aber er betont selbst, dass dies nur eine Annahme sei, die er nicht strikte beweisen könne. In den Zellen und im Neuropil dagegen fehle bestimmt jede freie Endigung von Neurofibrillen. Dabei betonte er besonders, dass dieses Verbundensein durch Neurofibrillen zwischen zwei Ganglienzellen nicht identisch sei mit dem Zusammenhang durch Protoplasmabrücken: auch solchen habe er zuweilen beobachtet; in diesen Brücken könnten Neurofibrillen verlaufen oder fehlen.

Die ausführlichen Mitteilungen Apáthy's beziehen sich bis jetzt nur auf Wirbellose, besonders Lumbricinen und Hirudineen. Die Fortsetzung derselben hat auch Verworn noch nicht vorgelegen. Doch betonte Apáthy zu wiederholten Malen, dass er bei allen von ihm untersuchten Tieren, besonders auch bei Wirbeltieren, die gleichen Verhältnisse gefunden habe. Hier treten Bethe's histologische Untersuchungen in die Lücke; mit eigenen Färbemethoden hat er nicht nur bei Wirbellosen (Krebsen), sondern auch bei Wirbeltieren, unter andern beim Menschen, Neurofibrillen in den Zellen, Dendriten und Axonen nachgewiesen. Er fand, dass in den peripheren Nerven der Vertebraten diese Neurofibrillen das einzige Element der Nervenfasern seien, das nicht an den Ranvier'schen Einschnürungen unterbrochen werde. Ein Gegensatz schien zwischen A.'s und B.'s Angaben zu bestehen, wie Hoche anführt, da jener bei Vertebraten wie bei Wirbellosen in den Zellen Innengitter gesehen hatte, Bethe aber die Neurofibrillen in den Ganglienzellen der Wirbeltiere ohne jede Verbindung untereinander den Zellkörper passieren sah, in mehrfach sich teilenden und wiedervereinigten Bündeln sich umordnend, so etwa, dass aus jedem Fortsatz in jeden andern eine oder einige Fasern gelangen. Mit der neueren Angabe Bethe's, deutliche Zellinnengitter in den Spinalganglien verschiedener Tiere und im Lobus electricus des Zitterrochens (*Torpedo marmorata*) beobachtet zu haben, vielleicht auch in einigen andern Zellformen von Rückenmark und Gehirn, klärt sich der Widerspruch zum Teil wenigstens auf. Bethe beobachtete auch, dass Fibrillen von einem Seitenaste der Protoplasmafortsätze (Dendriten) in einen andern übertreten, ohne überhaupt den Zellleib zu berühren; überhaupt

sammelten sich durchaus nicht alle in ein Neuron eintretende Neurofibrillen im Axon, um mit diesem zu dessen Endverzweigung zu verlaufen, sondern sie verbänden in großer Zahl auf allen möglichen Wegen die einzelnen Seitenzweige untereinander. Dann giebt Bethe noch an, bei den Arthropoden sei (im Gegensatz zu den von A. untersuchten Würmern) das extrazelluläre Fibrillengitter im Neuropil sehr entwickelt und nur verhältnismäßig wenige Fibrillen treten in Ganglienzellen ein, um dort Netze zu bilden. Bei den Wirbeltieren dagegen verliefen die meisten Fibrillen durch die Ganglienzellen hindurch, aber meist ohne hier Netze zu bilden. Ihre netzförmige Verbindung verlegt er bei den Wirbeltieren in ein neues Strukturelement des Nervensystems, mit dem sich hauptsächlich seine letzte Mitteilung[1]) beschäftigt. Er nennt es Golginetz, weil Golgi zuerst diese gitterförmig die Ganglienzellen umspinnenden Netze beschrieben hat; er und einige andere Autoren halten sie aber nicht für nervöser Natur. Nach Bethe bestehen sie aus einer unter Umständen isoliert färbbaren Substanz, die sowohl vom Zellprotoplasma wie von der Interfibrillärsubstanz der Axone verschieden sei. Diese Golginetze umspinnen fast alle Ganglienzellen von Hirn und Rückenmark der untersuchten Wirbeltiere und ihre Dendriten (bei den oben erwähnten Zellen der Spinalganglien und des Lobus electricus fehlen sie); die Maschen des Netzes sind verschieden eng und verschieden gestaltet je nach Tier- und Zellart; öfters ist das Netz zweischichtig, die Maschen beider Schichten sind dann miteinander durch Querbälkchen verbunden. Ebenso sind die Netze einander benachbarter Zellen und Dendriten verbunden; ausnahmsweise soll das Golginetz auch unabhängig von Zellleibern stark ausgebildet sein, z. B. in den Glomeruli olfactorii, wo Ganglienzellen und ihre Dendriten sehr dicht gedrängt liegen, werde es zu einem diffusen Netz. Das sind nach B. sichere Thatsachen; er versucht nun, teils mit allgemeinen Wahrscheinlichkeitsgründen, teils nach verhältnismäßig seltenen, aber anscheinend sehr kritisch geprüften glücklichen Schnittbildern, zu beweisen, dass End- und Seitenzweige von Axonen in diese Golginetze übergehen, dass innerhalb der „Golginetzsubstanz“ Neurofibrillen verlaufen und in kontinuierlichem Zusammenhang stehen einerseits mit den Neurofibrillen jener Axone, andererseits der umsponnenen Zellleiber und Dendriten. Dies Golginetz, das zum Teil wohl identisch ist mit den obenerwähnten „korbartigen Neuronendigungen“, wäre bei Wirbeltieren das Analogon des Neuropils der Arthropoden. Das wichtigste ist, dass auch Bethe wie Apáthy angiebt, in seinen Präparaten kämen freie Fibrillenendigungen überhaupt nicht vor, die Fibrillen endigten nur an den Schnittflächen oder scheinbar bei unvollständiger Färbung.

1) Ueber die Neurofibrillen in den Ganglienzellen von Wirbeltieren etc. Arch. f. mikrosk. Anatomie, 55. Bd., S. 513 ff., 1900.

Das sind die histologischen Thatsachen, die Apáthy und Bethe beibrachten. Sie schließen schon allein aus diesen Bildern, dass die Neurofibrillen das einzige kontinuierliche Element des Nervensystems, und deshalb als die Leiter der nervösen Erregung anzusehen seien und dass eine Zerlegung der Leitung in einzelne, den Neuronen entsprechende Abschnitte nicht bestehe. Auf die weiteren Schlüsse und Vermutungen der Neurongegner soll später eingegangen werden.

Hoche hebt zum Schluss seiner ohne Kritik referierenden Darstellung aller Angaben über Zusammenhang und Getrenntbleiben der Neurone die außerordentliche Bedeutung der Methode hervor; beim Silberverfahren: freie Endigung; bei den Fibrillenmethoden: allgemeine Kontinuität; bei Held's Verfahren: in der Jugend freie Endigung, später Concrescenz. Ganz ähnlich schließt Verworn seinen Bericht über diesen Punkt und fügt hinzu: unbestrittene Thatsachen seien noch nicht festgestellt und sichere Erkenntnis habe man erst von der Zukunft zu erwarten. Wenn man sich aber ein vorläufiges Bild machen wolle, das die meiste Wahrscheinlichkeit für sich habe, so werde man annehmen, dass die Neurone bei erwachsenen Tieren in vielen Fällen durch direkte Kontinuität ihrer lebenden Substanz oder besonderer fibrillärer Differenzierung miteinander in innigerem Zusammenhang stehen.

Ebenso kritisch steht Verworn auch den Forschungen über die innere Struktur der Nervenzellen gegenüber: er erinnert daran, dass er bei absolut hyalinem Protoplasma mit dem Absterben Entmischung und damit erst auftretende Wabenstruktur beobachtet habe, dass Protoplasma auf die verschiedensten äußeren Einwirkungen in gleicher Weise reagiere, also auch eine gleichartige Struktur bei verschiedenen Präparationsmethoden deshalb nicht schon im Leben vorgebildet gewesen sein müsse, dass Fischer in ganz homogenen Eiweißlösungen bestimmte Strukturen künstlich hergestellt habe und findet den Standpunkt Held's, der sich scheut, die Erfahrungen am fixierten Präparat auf die Verhältnisse des lebendigen Objekts zu übertragen, gerechtfertigt.

Daher könne man zwar sagen, diese oder jene Präparate zeigten übereinstimmend in schönster und klarster Weise Fibrillen oder, dass im intakten Neuron eine fibrilläre Struktur bestehe, habe eine sehr große Wahrscheinlichkeit; aber wenn man ganz streng und gewissenhaft sein wolle, dürfe man einen absolut bindenden Beweis für diese Annahme nicht anerkennen.

Trotz dieser ablehnenden Schlussbemerkung kommen in seiner wie in Hoche's Darstellung die Forschungen Apáthy's und Bethe's zur Geltung, wie er auch selber zusetzt, dass er persönlich der Annahme von Fibrillen zuneige. Wir dürfen für diese mit Hoche die Worte Flemming's anführen, gegenüber den Präparaten der beiden Autoren würden alle neueren Zweifel an einer Fibrillenstruktur der Ganglienzellen verstummen müssen. Hier sei auch hervorgehoben, dass die

Angaben derselben durchaus nicht so unbestätigt sind, wie es nach dem bisherigen scheinen könnte. Dogiel gelangte schon 1893 mit der vitalen Methylenblaufärbung an der Retina zu Resultaten, die sich fast vollständig mit denen Apáthy's decken bezüglich Verbindung der Zellen und kontinuierlichen Verlaufs der Fibrillen; sein daraufhin gegen die Neuronlehre erhobener Einspruch wurde ebensowenig beachtet als die älteren Veröffentlichungen Apáthy's. Neuerdings ist G. Mann mit eigener Methode bei Wirbeltieren zuResultaten gelangt, die sich fast ganz mit Bethe's Angaben über den Fibrillenverlauf in den Ganglienzellen decken.

Semi Mayer endlich ist mit der vitalen Methylenblaumethode (und Fixation nach Bethe) unabhängig und gleichzeitig mit Bethe zu denselben Anschauungen wie dieser über die nervöse Natur der Golginetze und ihren Zusammenhang mit Axonen gelangt. Nur hält er noch an der vollständigen Trennung derselben von den umsponnenen Zellen im Sinne der Neuronlehre fest.

Wir haben uns bisher auf die Ergebnisse der histologischen Untersuchungen beschränkt. Wie steht es nun auf den schon oben berührten Gebieten, der Entwicklungsgeschichte, Physiologie und Pathologie um die Neuronlehre?

Gegen den entwicklungsgeschichtlichen Begriff des Neurones hat bisher einzig und allein Apáthy Widerspruch erhoben. Aus seinen Befunden an Würmern schließt er, dass es falsch sei, die Bezeichnungen Ganglien- und Nervenzellen als gleichbedeutend zu behandeln. Als Nervenzellen bezeichnet er Zellen, die in den peripheren Nerven und den diesen ähnlichen die Ganglien verbindenden Teilen des Bauchstranges zwischen den Nervenfasern, oder vielmehr diese umschließend liegen. In diesen Nervenzellen würden zuerst Neurofibrillen gebildet, die von hier aus in die Peripherie und zentralwärts und in die Sinnes- und Ganglienzellen hinein wüchsen. A. giebt selbst zu, dass er zwingende Beweise für diese Annahme noch nicht veröffentlicht habe und dass man sie vorerst als bloße Hilfshypothese zur besseren Uebersicht der histologischen Thatsachen betrachten dürfe.

Wir dürfen also vorerst die oben dargelegten Anschauungen über das Auswachsen der Axone und Dendriten aus den Neuroblasten als unwiderlegt ansehen. Sehr erwünscht wäre es aber, wenn wir über das erste Auftreten der Neurofibrillen im embryonalen Nervensystem belehrt würden. Darüber liegen bisher noch keine Angaben vor, außer dass die Fibrillenfärbung bei Embryonen besonderen Schwierigkeiten begegne.

Wir haben oben angedeutet, wie und warum sich die experimentelle Physiologie gegenüber dem Ausbau der Neuronlehre abwartend verhielt. Lenhossek, und in etwas milderer Form Hoche, sprechen es aus, dass sie auch heute in dem Streite für und wider dieselbe

nichts wesentliches vorzubringen haben. Hier können wir mit Verworn widersprechen, denn unzweifelhaft gehört z. B. der interessante Versuch Bethe's, den dieser gegen die Neuronlehre ins Feld führt, hierher. Er hat ihn mit seinen Folgerungen in diesem Centralblatt 1898 dargestellt. In Kürze handelt es sich um folgendes.

Bei einem Taschenkrebs (*Carcinus maenas*) gelang es Bethe, den Teil des Oberschlundganglions, in den der Antennennerv einmündet, von allen übrigen Teilen des Zentralnervensystems abzutrennen. Das hatte auf die Stellung (also den Muskeltonus) der Antenne und die Reflexbewegung derselben, wenn sie selbst gereizt wurde, keinen wesentlichen Einfluss. Nun schälte Bethe die mantelartig um das Neuropil angeordneten Ganglienzellen sämtlich von diesem ab; von der gelungenen Ausführung dieser Operation überzeugte er sich später durch mikroskopische Untersuchung. Und auch jetzt blieb der Tonus und der charakteristische Reflex, ja auch Summation von unterschwelligen Reizen zunächst erhalten. Aber am zweiten Tag nach der Operation nehmen der Tonus und die Reflexerregbarkeit ab, am dritten oder vierten sind sie erloschen.

B. schließt daraus, dass die Ganglienzellen mit dem Ablauf der genannten für das Zentralnervensystem charakteristischen Funktionen unmittelbar nichts zu thun hätten. Sie seien nur trophische Zentren für das Neuropil, dem allein diese Funktionen zuzuschreiben seien; einige Zeit nach der Entfernung der Zellen erst beginne das Neuropil zu degenerieren und damit auch seine Funktionen zu erlöschen. Daran anschließend entwickelte er dann, wie man sich überhaupt alle Funktionen des Zentralnervensystems, auch die psychischen, allein in einem Fibrillengitter ohne Beteiligung der Ganglienzellen ablaufend vorstellen könne.

Gegen die Bedeutung dieses B.'schen Experimentes erhebt V. von neuem und entschieden einen Einwand, den übrigens B. selbst schon in dem angegebenen Aufsatz berührt hat. Es seien dabei nicht die Zellen überhaupt, sondern nur „die kernhaltigen Teile der Zellen" entfernt worden. Man kann nämlich den dicken Fortsatz dieser, im gewöhnlichen Sinne unipolaren Ganglienzellen, statt ihn einem einfachen Axon gleichzusetzen, auch als Verlängerung des Zellleibes deuten, aus welchem innerhalb des Neuropils sowohl Dendriten als auch das eigentliche Axon erst entspringen. In dem Neuropil seien also Dendriten, d. h. Zellprotoplasma, vorhanden; man könne B.'s Deutung mit gleichem Recht die Ansicht gegenüberstellen, diesem Protoplasma seien alle jene Funktionen eigentümlich; nach Abtrennung von seinem Kern reagiere es ebenso unverändert auf Reize, wie kernlose Teile von Protisten; ebenso wie diese gehe es aber allmählich zu Grunde.

B. giebt ohne weiteres zu, dass er nur den kernhaltigen Teil der

Zellen entfernt habe. Aber wer hätte denn bisher unter Ganglienzellen nur die Dendriten und nicht die ganzen Zellen samt Kern verstanden?

Nach dem Eindruck des Ref. ist eine Entscheidung in dieser Diskussion kaum zu erwarten, weil es sich einerseits um Begriffsdefinitionen handelt und andererseits die Gegner von verschiedenen Grundanschauungen ausgehen, die sie gegenseitig nicht anerkennen. Bei Bethe, und er ist gegenüber Apáthy und Nissl der vorsichtigste Neurongegner, liegt die Anschauung zu Grunde, dass die Neurofibrillen die eigens differenzierten Leiter der Nervenerregung seien; diese sind nun nach seinen Präparaten überhaupt und auch im isolierten Neuropil in kontinuierlichem Zusammenhang. Daher muss ihm die Anwesenheit von Protoplasma in demselben nebensächlich erscheinen. Er schiebt gewissermaßen den Verteidigern der Neuronlehre erst den Beweis zu, dass die Erregung nicht kontinuierlich in einem Fibrillennetz geleitet werde, ehe er die Bedeutung des Protoplasmas für die Erregungsübertragung nur erörtern will.

Verworn dagegen geht von der Anschauung aus, dass alles Protoplasma reizbar und erregungsleitend sei; wenn Neurofibrillen als bestehend nachgewiesen seien, so ist er wohl geneigt, ihnen eine Bedeutung für die Erregungsleitung im peripheren Nerven zuzuschreiben. Für jede weitere Funktion, die ihnen zukommen soll, verlangt er von den Gegnern einen Beweis für diese Annahme. Und dem Wahrscheinlichkeitsgrund: weil die Neurofibrillen das einzig kontinuierliche Element seien, seien sie das leitende, setzt er Zweifel an dieser Voraussetzung entgegen.

Neuerdings wurde versucht, den Bethe'schen Versuch an Wirbeltieren nachzuahmen. Steinach schaltete Spinalganglien des Frosches aus der Zirkulation aus, um die Zellen zur Degeneration zu bringen. Er konnte dann noch 10—14 Tage lang durch Reizung der entsprechenden sensibeln Nerven Reflexe erzielen, während er mikroskopisch schon eine fortschreitende Degeneration der Ganglienzellen beobachtete. Daraus schließt er, dass die centripetale Erregungsleitung in hohem Maße von den Spinalganglienzellen unabhängig sei. V. erhebt gegen dies vorsichtig eingeschränkte Ergebnis noch einige Einwendungen: dass es nicht sicher sei, ob trotz der Sorgfalt des Experimentators nicht doch ein wenig Sauerstoff den Zellen während des Versuches noch zugeführt worden sei und dass wir kein Recht besitzen, aus dem histologischen Bild der Degeneration auf Funktionsunfähigkeit zu schließen. Die Lebensfähigkeit z. B. könne bei anscheinend weitgehender Zerstörung der Zellstruktur vortrefflich erhalten sein. Endlich könne man sich vorstellen, dass bei diesen Zellen die nervöse Funktion durch Differenzierung auf einen excentrisch gelegenen Teil des Zellkörpers beschränkt sei, wie etwa bei den Hautmuskelzellen

niederer Tiere die kontraktilen Fibrillen dem Zellkörper seitlich anliegen. Man sieht, der letztere Einwand deckt sich im Wesen mit dem gegen den Bethe'schen Versuch erhobenen.

Weiterhin führt nun Verworn eine Anzahl Beobachtungen an, die beweisen, dass sich das Zentralnervensystem in jeder Beziehung anders verhalte als die peripheren Nerven. Sie sind zum Teil altbekannt, wie dass die Erregungsleitung in den Zentralorganen langsamer ist als im peripheren Nerven; oder erst infolge des Streites um die Neuronlehre neu untersucht: die peripheren Nerven leiten bekanntlich in beiden Richtungen, wie sich durch Beobachtung der negativen Schwankung nachweisen läßt, die Zentralorgane aber nicht immer. Denn bei Reizung einer hinteren, sensibeln Nervenwurzel am Rückenmark lässt sich entsprechend der Reflexwirkung an einer benachbarten vorderen motorischen Wurzel natürlich auch die negative Schwankung beobachten, nicht aber an der hinteren Wurzel, wenn man den Reiz auf die vordere wirken lässt. Gifte wirken auf die Zentralorgane anders, als auf die peripheren Nerven, und häufig ganz spezifisch auf bestimmte Teile der Zentralorgane.

Freilich sind alle diese Gründe nicht entscheidend; Bethe kennt sie wohl und er leugnet den Unterschied zwischen peripheren Nerven und Zentralorganen nicht, aber er schreibt ihn nicht wie früher und heute noch fast alle Physiologen, den eigentümlichen Eigenschaften der Ganglienzellen, sondern des Fibrillennetzes, des Neuropils zu. Es bleibt dem subjektiven Urteil überlassen, welche Hypothese man als die einfachere und daher bessere ansehen will. Zwei Erwägungen kommen hierbei noch in Betracht. Verworn betont, dass sich an den peripheren Nerven mit unseren Hilfsmitteln überhaupt keine Ermüdung nachweisen lasse, dagegen sehr wohl an den Zentralorganen. Wenn nun die in letzteren so überaus zahlreichen, in ersteren ganz fehlenden Ganglienzellen nur trophische Funktionen hätten, so sollte man doch eher erwarten, dass die ihnen nächstgelegenen Teile der Fibrillenbahnen zuletzt ermüdeten. Und Hoche meint, die so außerordentliche Vielgestaltigkeit der Ganglienzellen lasse doch eine wichtigere Funktion vermuten, als nur die Ernährung des Fibrillennetzes zu besorgen.

Verworn wendet sich nun zu der physiologischen Bedeutung der feineren Nervenstrukturen. Der Schluss Apáthy's und Bethe's, die Neurofibrillen müssten das leitende Element sein, weil sie das einzige durchaus kontinuierliche seien, erscheint ihm bestechend. Aber er erhebt Zweifel gegen diese Voraussetzung. Einerseits betont er, wie ein kontinuierliches Fibrillennetz bei Wirbeltieren noch nicht nachgewiesen sei, andererseits führt er die von Leydig und anderen Forschern vertretene Ansicht an, dass nicht die Fibrillen oder Netzstrukturen, sondern das zwischenliegende ungeformte Protoplasma das funktionierende erregungsleitende Element sei. Bethe hat in seiner mit Mönche-

berg zusammen verfassten Arbeit[1]) dieser Anschauung gegenüber besonderen Wert darauf gelegt, nicht nur die Kontinuität der Neurofibrillen, sondern auch die Diskontinuität der Zwischensubstanz in den Ranvier'schen Schnürringen nachzuweisen. Ref. möchte dies hier besonders betonen, weil die Darstellung V.'s, der drei von den zahlreichen Figuren jener Arbeit wiedergiebt, vielleicht ein Missverständnis bei dem Leser hervorrufen könnte. Jene Figuren stellen nämlich die Neurofibrillen innerhalb des Schnürrings bei verschiedenen Quellungszuständen der Nervenfasern dar. B.'s Beweis der Diskontinuität der Zwischensubstanz aber stützt sich hauptsächlich auf Versilberungsbilder. Bei diesen fand er eine die beiden Segmente vollständig trennende Querplatte von Silberniederschlägen, die nur, der Zahl und Dicke der sonst nachweisbaren Neurofibrillen entsprechend, siebartig durchlöchert erschien. Nach Analogie der bekannten Versilberungsbilder schließt Bethe daraus, dass die Zwischensubstanzen der Segmente durch einen feinen Spalt geschieden seien, den nur die Neurofibrillen, jede für sich und in regelmäßigem Abstand von einander, überbrücken. Da er nun auch darstellt, wie die Schwann'sche Scheide sich im Schnürring umschlägt und in ein zartes Gebilde übergeht, das Markscheide und Zwischensubstanz des Axenzylinders von einander trennt, so erscheint dem Ref. der Beweis thatsächlich erbracht, dass die Neurofibrillen das einzige die Schnürringe kontinuierlich durchziehende Element seien; nur wenn bei einer histologischen Nachprüfung die Beobachtungen oder Schlussfolgerungen Bethe's als unhaltbar sich herausstellen sollten, dürfte man diesen Satz wieder in Frage ziehen.

Verworn führt dann noch die Hypothesen über die Bedeutung und Funktion der Flemming-Nissl'schen Körperchen an, die wir hier übergehen.

Zusammenfassend können wir sagen, dass die Neuronlehre und der Widerspruch gegen dieselbe der Physiologie neue interessante Fragestellungen und Aufgaben gestellt haben, die freilich mit den bisherigen experimentellen Methoden nur zum kleinsten Teil zu lösen sind. Insofern freilich haben Lenhossek und Hoche doch recht, als die wenigen feststehenden Thatsachen sich, etwas einfacher oder schwieriger, im Sinne der Neuronlehre wie auch der Neuropillehre erklären lassen. Die endgiltige Entscheidung kann also die Physiologie zwischen beiden Annahmen nicht fällen.

Wenden wir uns endlich zur Pathologie. Neue Thatsachen, die gegen die Neuronlehre sprechen würden, sind hier von ihren Gegnern weder nach eigenen noch nach fremden Tierexperimenten oder Beob-

1) Die Degeneration der markhaltigen Nervenfasern u. s. w. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45. 1899.

achtungen am Menschen beigebracht worden. Hierher gehören nur die interessanten Untersuchungen von Bethe und Mönckeberg (a. angeg. Ort), nach denen die Neurofibrillen dasjenige Element der peripheren Nervenfasern sind, welches bei Durchschneidungen zuerst verändert wird und zerfällt, bevor an den betreffenden Fasern die bisher bekannten Degenerationszeichen im nicht differenzierten Axenzylinder und an der Markscheide deutlich werden. Diese Beobachtungen sprechen sehr für die Bedeutung der Neurofibrillen als erregungsleitenden Elements; im übrigen bereichern sie unsere bisherigen Anschauungen über die Degeneration peripherer Nerven, ohne sie zu berichtigen: die peripheren, von den Zellen abgetrennten Faserteile, degenerieren sämtlich und vollständig, die mit den Zellen zusammenhängenden zentralen nur eine Strecke weit. Weitere Arbeiten über „Neurofibrillendegeneration" hat B. bisher nur versprochen.

Es haben also alle jene Erfahrungen über die Degeneration scharf umschriebener Bahnen im Zentralnervensystem der Wirbeltiere, die zu dem Aufbau der Neuronlehre so viel beitrugen, heute noch Geltung. Hoche erwägt nun eingehend, wie weit sie mit den Anschauungen der Neurongegner, angenommen, dass diese durch anatomische und entwicklungsgeschichtliche Thatsachen fest gestützt wären, vereinbar wären. Er kommt zu dem Schlusse, dies wäre wohl der Fall, wenn man die Voraussetzung mache, dass der trophische Einfluss bestimmter Ganglienzellen immer gerade so begrenzt sei, wie der funktionelle des in ihrer Nachbarschaft gelegenen Neuropils. Statt ein von der Hirnrinde bis ins Vorderhorn des Rückenmarks reichendes Neuron anzunehmen, würde man von einem ebenso gestalteten trophischen Bezirk sprechen, der sich decken würde mit dem funktionellen Gebiet der in einem Axenzylinder vereinigten Neurofibrillen und ihrer Ausbreitung im Neuropil sowohl der Hirnrinde als des Vorderhorns. Die Anschauung von Neuronen, die zugleich funktionelle und trophische Einheiten seien, wäre einfacher, aber das einfachste müsste nicht immer das richtigste sein. Die pathologischen Erfahrungen und die aus ihnen sich aufbauenden Anschauungen würden aber durch solche theoretische Erwägungen gar nicht berührt. Denn es sei ja doch immer eine Abstraktion, wenn man von der Degeneration eines Neurons spreche; im günstigsten Falle handle es sich um die Zerstörung oder Schädigung einer Zellgruppe und der zugehörigen Fasern, deren Wirkung wir beobachten können. Dieser „topographische Neuronbegriff" werde unter allen Umständen bestehen bleiben, denn er sei nur eine Umschreibung des thatsächlichen Befundes, dass bestimmte Stellen grauer Substanz (oder andere Ganglienzellenanhäufungen) in gesetzmäßiger Weise ihren trophischen und funktionellen Einfluss auf bestimmte Entfernungen und Richtungen und nur auf diese erstrecken.

Wir haben die Neuronlehre auf allen Gebieten verfolgt und kommen nun zu der unvermeidlichen Schlussfrage: besteht die Neuronlehre heute noch vollständig zu recht, wie viele wollen, oder ist sie widerlegt und „gestürzt", wie schon verkündigt wurde, oder muss sie nur in einigen Punkten umgebildet werden? Die beiden Autoren, an die wir uns angeschlossen haben, entscheiden sich für den dritten Fall, geben dabei anscheinend verschiedene Antworten, wenn man nämlich nur ihre Schlussworte liest. Aus der ganzen Darstellung aber geht hervor, dass sie beinahe auf dem gleichen Standpunkt stehen, denn der scheinbare Widerspruch beruht nur auf der verschiedenen Definition des Wortes Neuronlehre, die oben angeführt worden ist. Ref. glaubt, das Fazit aus den bisherigen Untersuchungen nicht besser ziehen zu können, als indem er beide Urteile nebeneinander stellt und erklärt, beiden zuzustimmen. Hoche, der die Neuronlehre in mehreren Punkten zusammenfasste, kommt zu folgenden Schlüssen:

1. Der Begriff des Neurons ist nicht mehr in vollem Umfange aufrecht zu erhalten.

2. Durch das Thatsächliche der Fibrillenlehre ist die Annahme der entwicklungsgeschichtlichen Einheit des Neurons nicht erschüttert.

3. Die histologische Einheit des Neurons ist beim erwachsenen Tier nicht mehr anzuerkennen.

4. Die Erfahrungen der menschlichen und tierexperimentellen Pathologie nötigen uns, an der trophischen und funktionellen Einheit des Neurons festzuhalten, die durch das Aufgeben der histologischen Einheit nicht ausgeschlossen wird.

Verworn aber erklärt, der Begriff des Neurons und damit die Neuronlehre wäre erst dann und nur dann erschüttert, wenn es gelänge zu zeigen, dass das, was wir als eine zellulare Einheit betrachten, in Wirklichkeit aus mehreren Zellen bestehe. Dieser Beweis sei noch nicht erbracht. Dagegen hätten die neueren Erfahrungen, abgesehen von der Bereicherung unseres Wissens und von der Anregung, die sie geliefert, der Neuronlehre den großen Nutzen gebracht, sie vor der Verknöcherung zu einem starren Schema zu bewahren. Die Neurone seien nicht überall so beschaffen, wie sie sich z. B. in Golgipräparaten von den Vorderhörnern des Rückenmarkes zeigen, sie seien mannigfaltig und vielgestaltig, verschieden nach Ort und Funktion. Die neueren Erfahrungen haben deshalb die Neuronlehre nicht erschüttert, sondern gefördert und führen sie einer weiteren und freieren Ausgestaltung entgegen. [21]

Die Funktionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese.

Von **J. Steiner**, Prof. Dr. med.

IV. Abt. (Schluss):

Reptilien, Rückenmarksreflexe, Vermischtes. 8. 62 Stn.

Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn. 1900.

Mit diesem Hefte schließt das Steiner'sche Werk, das sich vor allem die Aufgabe gestellt hat, eine vergleichende Physiologie des Centralnervensystemes der gesamten Tierwelt bis zu den Reptilien zu schaffen. Während in der dritten Abteilung das Centralnervensystem der Wirbellosen behandelt wird (s. Referat in diesem Centralblatt, 18. Bd. 1898) wird im ersten Kapitel der vorliegenden Abteilung zunächst die makroskopische Anatomie und die Physiologie des Centralnervensystemes der Reptilien behandelt. Als geeignetes Untersuchungsobjekt dient *Lacerta viridis*. Charakteristisch für das Reptiliengehirn ist das Ueberwiegen der Größe des Großhirnes gegenüber jener des Mittelhirnes. Diese Massenzunahme des Großhirnes bedingt, dass der *Thalamus opticus* vollkommen von dem ersteren bedeckt ist und nur nach Abtragung des Großhirnes oder im Sagittalschnitt sichtbar wird. Ferner finden wir bei den Reptilien zum erstenmale die Uebereinanderschiebung der Gehirnteile, welche bei den höheren Vertebraten sich immer stärker ausprägt. Zu erwähnen wäre auch noch das Auftreten einer Furche.

Durch vielfach modifizierte Abtragungsversuche am Großhirn ergiebt sich, dass die Spontaneität der Nahrungsaufnahme und der Bewegung an diesen Hirnteil gebunden ist, analog dem Frosche. Die entgroßhirnten Tiere sehen wohl, aber sie sind seelenblind, dagegen ist die Hautsensibilität vollkommen unverändert. Nach Entfernung einer Hemisphäre tritt Seelenblindheit für das kontralaterale Auge ein, wogegen die Körperbewegungen vollkommen intakt bleiben. Zerstörung der vorderen Großhirnpartie bedingt Störung des Geruchsinnes, während die übrigen Großhirnfunktionen, soweit solche ermittelt werden konnten, keine Störung erfahren. Nach Entfernung der *Thalami optici*, welche nur gemeinsam mit dem Großhirn möglich ist, sind die Tiere vollkommen apathisch, bewegen sich jedoch auf Anstoß scheinbar normal, um nach wenigen Schritten einen typischen Sprung zu vollführen und dann zur Ruhe zu kommen. Trägt man die Decke des Mittelhirnes ab, dann verhalten sich die Eidechsen vollkommen ruhig, das lebhafte Augenspiel ist verloren gegangen, die Bewegungen sind jedoch noch normal, Hindernissen wird ausgewichen. Wird dagegen das ganze Mittelhirn entfernt, dann verhalten sich die Tiere vollkommen ruhig, vollführen aber auf mechanische Reizung richtige Rückwärtsbewegungen, welch letztere namentlich nach Abtragung der vorderen Mittelhirnhälfte sehr deutlich werden. Trotzdem bei dieser Operation das primäre Sehcentrum verletzt worden ist, weichen diese Tiere dennoch Hindernissen aus. Während es sich nach der Entfernung des Großhirnes um Seelenblindheit handelt, bezeichnet Steiner diesen Zustand als Amblyopie. Es müssen also bei den Eidechsen noch andere primäre Sehelemente in einem anderen Hirnteile vorhanden sein; hierfür kommt ausschließlich der *Thalamus opticus* in Betracht. Das allgemeine Loko-

motionscentrum reicht über das Mittelhirn in das Nackenmark hinaus. Dass in der Mittelhirnbasis auch sensible Fasern endigen, ist aus den Versuchen mit Halbseitenentfernung dieses Gehirnteiles als sicher anzunehmen. Die Versuche am Kleinhirn lassen keine positiven Schlüsse zu; jedenfalls konnten Gleichgewichtsstörungen nach Kleinhirnexstirpationen bei der Eidechse ebensowenig beobachtet werden, wie beim Fisch und Frosch. Nach Abtragung des Nackenmarkes hört auch bei den Reptilien die Lokomotion auf, das allgemeine Bewegungscentrum reicht wie beim Frosch und Fisch in den vordersten Teil des Nackenmarkes, welch letzterer mit der Basis des Mittelhirnes eine anatomische Einheit bildet. Schneidet man vom Rumpfstücke 1—$1^1/_2$ cm lange Stücke ab, so treten, sobald man mit diesen Abtragungen in den Bereich der hinteren Rumpfhälfte gekommen ist, charakteristische lokomotorische Bewegungen auf an den aus Becken und hinteren Extremitäten und Schwanz bestehenden Stümpfen. Eine gleiche Erscheinung ruft das Einbringen eines enthaupteten Tieres in 2—3 % Pikrinsäure hervor, während periphere Reizungen der Oberfläche dies nicht thun. Steiner nimmt an, daß die vorderen Metameren ihrer Lokomobilität verlustig gegangen sind, während die hinteren eine solche noch besitzen. Denn im Laufe der phylogenetischen Entwicklung geben die Rückenmarkmetameren ihre Lokomobilität immer mehr und mehr nach vorne an das Gehirn ab, wobei in Analogie mit anderen Vorgängen die vorderen Metameren zuerst ihre Lokomobilität einbüßen. Aehnliche Versuche sind auch von H. Martin, R. Dubois, J. v. Tarchanoff und M. Pompilian gemacht worden.

Die einseitige Abtragung des Großhirnes bedingt Seelenblindheit für das kontralaterale Auge, ohne sonstige Bewegungsstörung, insbesondere fehlen Zwangsbewegungen. Diese treten erst in Form von Kreisbewegungen nach der intakten Seite auf, wenn die eine Hälfte des Zwischenhirns mit entfernt wurde. Die Manege-Bewegungen verschwinden aber schon am nächsten Tage, sie erhalten sich jedoch dauernd, wenn auch die Basis des Mittelhirnes halbseitig abgetragen wurde. Macht man die einseitige Durchschneidung kurz hinter dem Kleinhirn, dann treten gleichfalls Kreisbewegungen nach der gesunden Seite hin auf, die aber von Rollbewegungen nach der operierten Seite unterbrochen werden. Ein Schnitt durch den erhöhten Wall lässt vorzugsweise, oder auch ausschließlich Rollbewegungen in Erscheinung treten. Die wichtige Gruppe der Zwangsbewegungen tritt in den drei Klassen der Fische, Amphibien und Reptilien in der gleichen Weise auf.

Das zweite Kapitel handelt von den Reflexbewegungen des Rückenmarkes. Am Hai zeigt eine Wiederholung des Pflüger'schen Versuches am dekapitierten Aal, dass unmittelbar nach der Köpfung auf den Reiz mit der brennenden Kerze zwei aufeinander folgende entgegengesetzte Bewegungen eintreten. Die Versuche stimmen aber mit dem am Aal angestellten vollkommen überein, wenn man das Haipräparat genügend lange hängen lässt, was wohl mit dem Sinken der Erregbarkeit zusammenhängt. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass, wo immer der Wärmereiz angebracht wird, eine Bewegung an der Reizstelle beginnt, welche sich über das ganze Präparat wellenförmig fortpflanzt. Genau übereinstimmende Resultate ergaben sich bei *Petromyzon fluviatilis*. Hai und Neunauge zeigen also eine Abweichung gegenüber dem Verhalten des Aales unter

gleichen Bedingungen. Analoge Versuche wurden auch am Frosche, sowie an *Salamandra maculata* und *Triton cristatus* ausgeführt, über deren interessante Ergebnisse das Original eingesehen werden muss. Die Versuche an Eidechsen decken sich mit jenen am Salamander. Die Reflexversuche an Fischen, Amphibien und Reptilien zeigen keine Uebereinstimmung, ja es kommen sogar innerhalb der einzelnen Tierklassen erhebliche Unterschiede vor.

Beim Frosch spielt sich der Reflexvorgang in der gereizten Metamere ab, beim Hai dagegen durchläuft die Bewegung den ganzen Körper, während die geschwänzten Amphibien und Reptilien in der Mitte stehen. Diese Verschiedenheit der Reaktion scheint mit der „Lokomobilität der Metameren" verknüpft zu sein. Steiner versteht darunter die Fähigkeit der Metameren, jeden adaequaten Reiz mit einer Ortsbewegung zu beantworten. Demgemäß ist das Rückenmark des Frosches niemals lokomobil, während jenes des Haies es in allen Metameren ist. Hingegen besitzt das Rückenmark der Eidechsen nur noch in den hinteren Anteilen Lokomobilität. Ein gleiches ist für *Triton* von Pompilian festgestellt worden. Je nach dem Grade der Lokomobilität der Rückenmarksmetameren pflanzt sich ein peripherer Reiz über einzelne Metameren fort. Phylogenetisch nimmt die Lokomobilität des Rückenmarkes von vorn nach hinten ab und nicht umgekehrt. Vielleicht besteht ein ähnliches Verhalten innerhalb ein und desselben Rückenmarkes für die Reizbarkeit, sodass dieselbe vom Kopfe gegen den Schwanz zu abnimmt. Das Rückenmark der Säuger (inklusive Mensch) ist im Steiner'schen Sinne nicht lokomobil, hingegen käme den Vögeln ein in allen Metameren lokomobiles Rückenmark zu, wie aus den Versuchen von v. Tarchanoff, R. Dubois und Kronecker an dekapitierten Enten hervorgeht. Die Vögel erweisen sich hierin als eine Gruppe, welche direkt im Wirbeltierstamme steht und nicht seitwärts, eine Stellung, welche ihnen die Morphologie schon lange anweist.

Der Kritik und Abwehr widmet Steiner das nächste Kapitel, indem er sich bemüht, alle jene Angriffe, die seine Arbeiten von den verschiedensten Autoren erfahren haben, zu widerlegen. Steiners vielfach angefeindete Definition des Gehirnes als jenes Organes, das charakterisiert ist durch das allgemeine Bewegungscentrum in Verbindung mit den Leistungen wenigstens eines höheren Sinnesnerven, bildet nach des Autors eigenen Worten nur das Mindestmaß dessen, was ein Centralteil haben muss, um Gehirn genannt werden zu können, es reicht aber andererseits auch aus, um ein einfachstes Gehirn zu sein. Die vom Autor bereits früher ausführlich dargestellten Erörterungen werden noch einmal kurz zusammengefasst, wobei namentlich gegen früher besonders betont wird, dass unter „Zwangsbewegung" stets die „charakteristischen Kreisbewegungen" gemeint sind.

Uebergehend zur Lehre von den statischen Funktionen des Ohrs giebt Steiner zunächst ein Resumé der hauptsächlichsten Arbeiten dieses Gebietes, aus dem hervorgeht, dass eine einseitige oder doppelseitige reizlose Ausschaltung der Bogengänge keinerlei Störungen des Gleichgewichtes hervorruft, dagegen zeigen die doppelseitig operierten Tiere bei genauerer Prüfung der Beweglichkeit Gleichgewichtsstörungen, die wieder schwinden, sobald man sie den neuen Bedingungen entzieht. Diese Störungen sind

als Ausfallserscheinungen zu betrachten, da sie dauernd bestehen bleiben (Ewald). Gegen Breuer's Verlegung des statischen Sinnes in die Otolithen sprechen die Versuche Steiners an *Torpedo ocellata*, dessen Otolithen entfernt werden konnten, ohne dass Gleichgewichtsstörungen beim Schwimmen eingetreten wären; auch die Versuche v. Tarchanoff's und R. Dubois' an geköpften Enten sprechen dagegen. Nach Steiner würde bei den Vertebraten genau so wie bei den Evertebraten die Ruhestellung des Körpers unter der Leitung der Hautempfindung (im weitesten Sinne) vor sich gehen; die rasche Ortsbewegung, sowie alle komplizierten Bewegungen bedürfen der Funktion mindestens eines Ohres. Es muss also eine im Nervus vestibularis aufsteigende, das primäre Octavuscentrum durchsetzende Bahn sein, die central weitergeht. Steiner schließt für die höheren Wirbeltiere auf jene Bahn, welche nach Flechsig in der Körperfühlsphäre endet.

Der Schluss des Buches ist phylogenetischen Betrachtungen gewidmet, indem zunächst die Wanderung der Funktionen nach dem Vorderende des Centralnervensystemes diskutiert wird. Mit der zunehmenden Wanderung der Sinnesfunktionen nach vorne geht eine funktionelle und morphologische Verstärkung des Vorderendes auf Kosten der rückwärtigen Teile Hand in Hand. Das Maximum dieses Prozesses zeigt das Menschengehirn. Es fragt sich nun, wie die Hirnrinde beschaffen sein muss, damit sie so heterogene Elemente, wie die fünf Sinnesfunktionen, vereinigen kann. Als gemeinsame Eigenschaft aller Sinnesfunktionen erscheint das Gedächtnis, sohin wäre das Gehirn in erster Linie eine Gedächtnistafel. Die zweite Frage wäre, ob die Sinnescentren auf ihrer Wanderung nach dem Großhirn eine Umwandlung ihres Charakters erfahren. An der Hand der Betrachtungen über den Gesichtssinn verneint Steiner diese Frage. Man kann also sagen, dass die Großhirnrinde besetzt ist von fünf Sinnessphären, oder fünf primitiven Großhirnen, welche von außen adäquat erregt werden, und der Fortschritt, der in der Entwicklung des Großhirnes bis zum Hunde und zum Menschen erreicht wird, drückt sich darin aus, dass diese fünf Organe auf der gemeinsamen homogenen Gedächtnistafel placiert sind im Gegensatz zu ihrer bisherigen Verteilung über verschiedene ungleichartige Hirnteile. **R. F. Fuchs** (Erlangen). [12]

Die geehrten Herren Mitarbeiter unsres Blattes werden ersucht, Beiträge botanischen Inhalts an Herrn Professor Dr. Karl Goebel, München, Friedrichstr. 17, alle andern an die Redaktion des biologischen Centralblatts, Erlangen, physiologisches Institut einzusenden.

Alle geschäftlichen Mitteilungen, namentlich die auf Versendung des Blattes, auf Tauschverkehr oder auf Anzeigen bezüglichen, bittet man an die Verlagsbuchhandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16, zu richten.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. März 1901.** **Nr. 5.**

Inhalt: **Albrecht**, Die „Ueberwindung des Mechanismus“ in der Biologie. — **Plate**, Ein moderner Gegner der Descendenzlehre. — **Prowazek**, Beiträge zur Protoplasmaphysiologie. — **Schmeil**, Lehrbuch der Zoologie. — **Dr. K. Goebel**, Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und der Samenpflanzen. — **Garten**, Beiträge zur Physiologie des elektrischen Organs der Zitterrochen.

Die „Ueberwindung des Mechanismus“ in der Biologie.

Bemerkungen zu O. Hertwig's Vortrag:
„Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert.“

Von Prosektor Dr. **Eugen Albrecht.**

(Schluss.)

Und wir würden uns, um schließlich noch einmal auf die oben aufgestellte Behauptung von der „Unzulänglichkeit“ der Physik und Chemie auch für die unbelebte Welt zurückzukommen, auch gegen du Bois-Reymond wenden, wenn er uns gesagt hätte, die Ausfällung des reduzierten Eisens im Reagensglase sei „bloß ein physikalisch-chemischer Vorgang.“ Denn war dies nicht eben, indem wir ihn geschehen sahen, ein psychischer Vorgang? war es nicht eine Kette physiologischer Prozesse, die in unserem Körper regelrecht ablaufen musste, damit bloß die Grundlage und Voraussetzung unserer chemischen und physikalischen Ueberlegungen geschaffen war? Oder, um für einen Augenblick die richtigere Ausdrucksweise der idealistischen Erkenntnistheorie zu gebrauchen: wird uns die Reihe der Sinneseindrücke, das „psychische Erlebnis“ jener Eisenreduktion darum weniger Thatsache und Erlebnis, wenn wir an seiner Stelle alle möglichen anderen „psychischen Erlebnisse“ uns vergegenwärtigen, die wir messend, wägend, chemisch analysierend u. s. w. erhalten könnten? Sind diese etwa mehr „wahres Wesen“ des Vorgangs als die direkte Wahrnehmung desselben? Nein: so wenig als etwa die physikalischen oder die chemischen Vorgänge bei der Muskelkontraktion mehr deren

„wahres Wesen“ sind als der direkt wahrgenommene Vorgang der Verkürzung, Verdickung u. s. w.

Aber wir stehen hier wieder an der Pforte der Erkenntnistheorie, durch welche wir eben schon — in der Definition des „Eisens“ — für einen Augenblick eintraten: ich kann hier nicht weiter abschweifen, sondern muss den Leser auf den 3. Abschnitt der „Vorfragen“ verweisen. Dort findet sich auch[1]) auseinandergesetzt, warum wir, die Theoretiker — Ingenieure und praktische Chemiker denken anders — in physikalischen und chemischen Dingen uns so völlig zufrieden geben, wenn wir abstrakte Vorstellungen und Formeln gefunden haben: was interessieren uns in der Studierstube die unzähligen konkreten Probleme der Dampfmaschine, der hydraulischen Presse, des Hochofens? — Und umgekehrt in der Wissenschaft, deren Acker wir pflügen, verwirrt uns, während Physiker und Chemiker in biologischen Dingen sich zumeist mit der Kenntnis der allgemeinen Gesetze und wichtigsten Thatsachen begnügen, unser konkretes Arbeitsobjekt so sehr mit der Fülle seiner „praktischen“ und Einzelschwierigkeiten und -Probleme, dass alle paar Jahre oder Monate ein neuer Schwarzseher auftritt und mit tragischem Ernst uns hoffnungslustigen Mechanisten zuruft: Lasciate ogni speranza!

Es scheint mir zur weiteren Verdeutlichung des Gesagten nützlich, noch auf einige andere Bemerkungen Hertwig's einzugehen. Hertwig warnt schließlich vor der Ueberschätzung chemisch-physikalischen Wissens, welche nach seiner Meinung der mechanistischen Ansicht Vorschub leiste, und weist darauf hin, dass auch unser chemisches und physikalisches Kennen und Können, ebenso wie das biologische, Stückwerk ist, sowie dass das Einfachere durchaus nicht immer das besser Bekannte sei. Alle diese Sätze sind zweifellos richtig; aber was sollen sie hier besagen? Die logische Berechtigung, alle Vorgänge im Organismus einer physikalischen und chemischen Prüfung zu unterziehen, einer physikalischen bezw. chemischen Lösung als zugänglich zu erachten, geht hervor aus der schon angeführten thatsächlich gegebenen Voraussetzung, dass alle Lebewesen sich ihrer ganzen Masse nach aus denselben Elementen aufbauen wie die anorganische Welt, dass sie aus dieser nichts anderes entnehmen können als deren „physikalische und chemische Wirkungen“, mit ihr ebenso (und ebensowenig wenn man will, s. l. c. No. 49) nur in physikalischer und chemischer Wechselwirkung stehen (gleichwie auch die Lebewesen untereinander, nämlich durch das „physikalische Medium“ hindurch von einer „physikalischen Oberfläche“ zur anderen aufeinander wirken); sowie dass sie auch, soweit wir bisher in ihr Inneres vordrangen, zwar immer neue Rätsel und Komplikationen, aber noch niemals Erscheinungen gezeigt haben, welche zur Statuierung etwa einer neuen

1) Z. B. S. 75, Anm.

Energie für die Lebensvorgänge zwängen oder dafür positive Anhaltspunkte gäben[1]). Weil er ein physikalisches Massensystem ist, und soweit er als solches betrachtet wird, gehört der Organismus der Physik an; soweit er chemisch wirksame Substanzen enthält und chemische Eigenschaften entfaltet, reklamiert ihn die Chemie[2]) (die „chemische Betrachtungsweise"); durch seine Sondergestaltung und seine komplexen Wirkungsweisen, um mit Roux zu sprechen, welche ihn von den komplexen Wirkungsweisen unbelebter Maschinen unterscheiden, gehört er ebenso vollkommen der Morphologie und Biologie an, sobald beide angefangen haben, sich als von der Biophysik und Biochemie gesonderte Disziplinen mit eigenen Definitionen, Untersuchungszwecken und Methoden[3]) zu konstituieren.

Aus dieser logischen und faktischen Begründung mechanistischer Denkweise ergiebt es sich auch, weshalb Hertwig mit dem auf Seite 28 und 29 entwickelten Paradoxon nicht diese, sondern sich selber trifft.

Aus dem gewöhnlichen Gange der Wissenschaft: vom Zusammengesetzten zum Einfachen, leitet nämlich Hertwig die Berechtigung

---

1) Vorfragen, S. 19 und 67.

2) Die Zelle brauchte übrigens auch nicht etwa ein „eigentümliches chemisches Riesenmolekül oder gar lebendes Eiweiß" (Hertwig S. 9) zu sein, um als solche „einmal dem Arbeitsgebiet einer fortgeschritteneren Chemie anheimzufallen". Arbeitet ja doch auch die Chemie verhältnismäßig selten mit einem Körper (einer „Art von Molekülen"), unendlich viel häufiger mit Mischungen verschiedener, z. B. gelöster Stoffe: wenn also die Zelle ihrem ganzen Inhalte nach eine Lösung chemisch wirksamer Körper darstellte und ihre sämtlichen Leistungen spezifisch chemische wären, so würde eben alles, was uns an diesen zu interessieren vermag, dem Arbeitsgebiet der physiologischen Chemie zufallen. Da es nun bekanntermaßen in jeder Zelle mindestens zweierlei morphologisch unterscheidbare und gegen einander durch Berührungs- und Wirkungsflächen abgesetzte Bestandteile, Zellleib und Kern, zumeist aber bedeutend mehr Differenzierungen giebt, so kann sich das Problem der lebenden Zelle in solcher Einfachheit niemals realisieren; aber doch wird man von einem unvoreingenommenen Standpunkte aus jene Möglichkeit, welche ich an mehreren Orten schon hervorhob, nicht abweisen dürfen: dass ein großer Teil der „eigentlichen Lebensvorgänge" sich bei ausschließlich chemischer Betrachtung spiegeln würde in dem Verhalten entsprechend gelagerter Lösungen spezifisch wirksamer Substanzen — welche an der Zellleibsoberfläche mit den gasförmigen und flüssigen Bestandteilen der Umgebung in Wechselwirkung treten, an der Grenze zwischen Zellkern und Zellleib den Austausch spezifischer Stoffe zwischen diesen, die Entstehung charakteristischer Verbindungen zuwege bringen und ebenso sich an allen anderen „Oberflächen" innerhalb der Zelle verhalten; sowie andererseits innerhalb der Lösungen selbst den jeweils vorhandenen Arten, Konzentrationen und Anordnungen der einzelnen chemischen Verbindungen entsprechend sich umsetzen (bezw. chemisch inert bleiben).

3) S. die Beispiele „paralleler Fragenstellung" l. c. S. 84ff.

einer seltsamen Folgerung ab. Er hält, da die Wissenschaft sich nicht bloß „von unten nach oben, sondern ebenso gut, vielleicht sogar in noch höherem Grade auch von oben nach unten" aufbaut, dem eingangs angeführten du Bois'schen Citat von der physikalisch-chemischen Natur aller Zellvorgänge „vom entgegengesetzten Ende aus" — als ebenso berechtigt, aber auch ebenso unbrauchbar und „gleichsam in der Luft schwebend" den folgenden Syllogismus entgegen. „Der Mensch empfindet, hat Gedächtnis und Bewußtsein, er denkt und baut eine geistige Welt auf. Da nun der Mensch aus Zellen, diese aus Eiweiß-Molekülen, diese aus Atomen bestehen, da jede höhere Stufe der Organisation sich aus der nächst niederen auf natürlichem Wege entwickelt, da das Denken aber nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft nicht auf irgend einer Stufe in die Welt gekommen sein kann, so muss auch die Zelle, so muss das Molekül, so muss zuletzt auch das Atom empfinden, Gedächtnis und Bewusstsein haben und denken, jedes in seiner Art."

Auch hier liegt die gleiche Verkennung vor, wie die eben behandelte. Die Wissenschaft baut sich freilich von oben nach unten wie von unten nach oben auf; für sie ist jede Methode recht, wenn sie nur zum Ziele führt, gleichviel ob sie mit dem Messer des Anatomen oder der Retorte des Chemikers arbeitet. Aber was hat diese Thatsache der Methodik zu thun mit unserer Beurteilung der durch die Methodik gewonnenen Resultate, mit der Auffassung der Objekte? Bauen sich etwa Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff auch aus dem Zucker auf, wie dieser aus jenen? Die Einzelsteine aus dem Hause, die Zellen aus dem Metazoon, wie diese aus jenen? und kann daraus, dass ein aus Zellen gebildetes Wesen, der Mensch, Bewußtsein hat, gefolgert werden, dass dieses auch in der freilebenden Zelle sich finden muss? Will man den Hebel, wie ich das l. c. etwas drastisch ausdrückte, am Ende wirklich zu „einer Art von Dampfmaschine" ernennen?[1])

Wir sind also nicht der Meinung, dass Erwägungen über diese Punkte „den realen Boden der Naturwissenschaft verlassen und daher gleichsam in der Luft schweben". Wenn man Biologie „nur vom beschränkten Standpunkt des Chemikers und Physikers aus betrachten will", so wird man gewiss dieselbe ebensowenig erschöpfen als etwa die chemische Untersuchung eines Webstuhles, die physiologische und physikalische Untersuchung eines Gespräches, diesen Untersuchungsgegenständen genügen würden: trotzdem kann man im letzteren wie in dem ersteren Falle von einem klar begründbaren Standpunkt aus

1) Nebenbei bemerkt, ist die Berufung auf das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, welches freilich auch anderswo nicht selten wie ein naturwissenschaftliches „Διὸς ἔρα" allen Widerspruch zerschmettert, hier ebenso wenig am Platze, wie bei der ähnlichen Verwendung zur Begründung „lebender Atome". S. hiezu l. c. S. 13, 40 ff.

behaupten, dass die betreffenden Untersuchungsweisen in vollem Umfange die genannten Probleme je nach einer Seite hin analysieren können; dass sie bei alleiniger Anwendung der Maße und Gesetze ihres speziellen Untersuchungsgebietes und für dieses eine vollständige und lückenlose „Erklärung" liefern können und dass das Entscheidende für die Anwendung irgend einer dieser „Betrachtungsweisen" nur darin liegt, ob sie uns notwendig oder wichtig genug ist. Freilich, die Lebenserscheinung als solche, die ethischen u. s. w. Voraussetzungen und Vorgänge bei der Unterredung als solche müssen an der Schwelle dieser physikalischen u. s. w. Untersuchung abgewiesen werden.

Wir sind also mit Hertwig der Meinung, dass die vitalistische Anschauung ebenso unberechtigt sei, als eine mechanistische, welche jedem Physiologen vorschreiben wollte, sich nur und ausschließlich für die allgemeinen physikalischen und chemischen Gesetze zu interessieren, auf welche die Lebensvorgänge vielleicht einmal für die physikalische und chemische Betrachtung mögen zurückführbar werden; wir müssen aber entgegen Hertwig an der Ansicht festhalten, dass weder durch seine noch durch die übrigen gegenwärtig vorliegenden Kritiken des mechanistischen Standpunktes die Berechtigung desselben für die biologische Forschung irgendwie erschüttert wird[1]). Und schließlich möchten wir auch entgegen den Uebergriffen, welche allzu eifrige Mechanisten sich dann und wann erlauben, in einem der Hertwig'schen Meinung wohl sehr nahekommenden Sinne die Auffassung betonen, dass gerade deswegen, weil es sich nun einmal bei all unserer Untersuchung nur um „Betrachtungsweisen" und wechselnde „Einstellungen" handelt, auch die vitalistische Untersuchung der Organismen — d. h. die Untersuchung nach ihren spezifisch-vitalen Eigenschaften und Aeusserungen — genau ebenso berechtigt und nötig sei als die mechanistische, welche sich nur den physikalischen und chemischen Problemen des Lebens zuwendet. [16]

München, November 1900.

Ein moderner Gegner der Descendenzlehre.

Eine kritische Besprechung.

Von Prof. **L. Plate**, Berlin.

Prof. A. Fleischmann in Erlangen, welcher Jahre hindurch zoologische Arbeiten im Sinne der Abstammungslehre veröffentlicht hatte, schrieb vor einigen Jahren ein Lehrbuch der Zoologie, in dessen Schlusskapitel er die Descendenztheorie als nicht länger haltbar hinstellte und zu dem Resultat kam, dass alle morphologischen Aehnlich-

1) Vorfragen, S. 20, 36.

keiten nichts weiter seien als Uebereinstimmungen im „Baustil“, und dass jene Theorie nur dadurch bewiesen werden könne, dass man von irgendwelchen Thierspecies die Nachkommen durch viele Generationen hindurch züchtete und von jeder Generation eine sehr genaue Beschreibung aktenmäßig festlegte, um dann später auf Grund dieser „genealogischen Register“ sagen zu können, die betreffende Art habe sich im Laufe der Beobachtungszeit verändert oder sie sei konstant geblieben. Fleischmann scheint gefühlt zu haben, dass nichts damit gewonnen ist, wenn man statt Aehnlichkeit Stilverwandtschaft sagt, und dass gegen solche Berichte stets der Einwand erhoben werden kann, sie seien nicht zuverlässig, falls sie für eine allmähliche Umgestaltung dieser „Versuchsobjekte“ sprechen würden. So hat er sich entschlossen, seinen veränderten Standpunkt aufs neue zu motivieren in einer ausführlichen Schrift, welche den Titel führt:

„Die Descendenztheorie. Gemeinverständliche Vorlesungen über den Auf- und Niedergang einer naturwissenschaftlichen Hypothese“ (Leipzig. Georgi. 1901. 274 S. 6 Mk.).

In derselben wird die Abstammungslehre als ein „haltloses Phantasiegebäude“ hingestellt, welches längst in sich zusammengebrochen wäre, „wenn nicht im Denken jedes Menschen die Neigung für Märchenerzählungen so stark lebendig wäre“ (p. 199). In der Abstammungsfrage soll gegenwärtig der „blinde Autoritätenglauben“ dominieren, „denn wie wenige Anhänger haben die Beweisgründe geprüft und sind im stande, über die Berechtigung derselben ein Urteil zu fällen. Aber die Lehre ist verführerisch und man hält an ihr fest, weil sie am besten gefällt“ (p. 219). Da nach meiner Schätzung gegenwärtig mindestens 95% aller mit selbständigen Forschungen beschäftigten Biologen auf dem Boden der Descendenzlehre stehen, und da auch die Gebildeten aller Kulturnationen, soweit sie sich überhaupt etwas mit Naturwissenschaften beschäftigt haben, zum allergrößten Teile fühlen, dass nur diese Theorie uns ermöglicht, Zusammenhang und kausale Verknüpfung in das Chaos der Thatsachen zu bringen, so verlohnt es sich wohl, Fleischmann's Ansichten zu prüfen, denn man muss zugeben, dass immerhin einiger Mut dazu gehört, gegen den Strom zu schwimmen; ich werde zu dieser kritischen Besprechung auch veranlasst durch die Erwägung, dass das Buch Fleischmann's sicherlich ein gewisses Aufsehen erregen wird, denn es ist in einem klaren, gefälligen Stil geschrieben, der Text wird durch zahlreiche Abbildungen erläutert, und sein Autor wird infolge seiner Stellung als o. ö. Professor der Zoologie in den Augen des großen Publikums als ein „kompetenter Fachmann“ gelten. Namentlich die orthodoxe Theologie und Philosophie wird sich der Schrift mit großer Freude bemächtigen, denn Fl. versteht es vorzüglich, um alle Klippen, an denen Theologie und Naturwissenschaft zusammenstoßen können, herumzulavieren: ob der

Mensch vom Affen abstammt oder nicht, ist ihm eine „ganz untergeordnete Frage", und der Universitätslehrer hat nur dafür zu sorgen, dass die Toleranz gewahrt wird und dass die Lehren der Theologie „nicht als kritischer Maßstab für naturwissenschaftliche Ergebnisse gelten und umgekehrt" (p. 36). Fl. übersieht jedoch, oder verschweigt wenigstens, dass die Theologie und die Naturwissenschaften vielfach dieselben Probleme zu behandeln haben, z. B. die Stellung des Menschen in der Natur, seine Abstammung, ob der Tod die Folge der Sünde ist oder hiermit nichts zu thun hat, ob die Naturgesetze durch „Wunder" durchbrochen werden können oder nicht, u. a. m. Meinungsdifferenzen sind infolgedessen unvermeidlich und auch nicht durch Toleranz zu überbrücken, es sei denn, man habe einen Januskopf und nehme an, dass auf gewisse Fragen zwei entgegengesetzte, aber gleich wahre Antworten gegeben werden können.

Unser Autor gliedert seinen Stoff in 16 Kapitel: I. Einleitung; II. Die Typen des Tierreiches; III. Der Bauplan der Gliedmaßen; IV. Fingerhand und Fischflosse; V. Das „Paradepferd" der Descendenztheorie; VI. Die Stammesgeschichte der Vögel; VII. Die Wurzeln des Säugetierstammes; VIII. Die Entstehung der lungenatmenden Wirbeltiere; IX. Die Stammesgeschichte der Arthropoden; X. Die palaeontologische Entwicklung einer Süßwasserschnecke; XI. Das eigentliche phylogenetische Problem der Mollusken; XII. Die Entstehung der Stachelhäuter; XIII. Das Licht der Entwicklungsgeschichte; XIV. Die Ausnahmen des biogenetischen Grundgesetzes; XV. Der Zusammenbruch der Haeckel'schen Doktrin; XVI. Der Entwicklungsgedanke und die logischen Gesetze.

Ich will diese Kapitel nicht einzeln durchnehmen, weil sich sonst zu viel Wiederholungen ergeben würden. Jeder Fachmann sieht schon aus den Kapitelüberschriften, dass Fl. den Kampf gegen die Descendenzlehre in erster Linie dadurch führt, dass er auf die Lückenhaftigkeit des palaeontologischen Materials, welche nie bestritten worden ist, hinweist, während die Anhänger jener Theorie sich vornehmlich auf die Thatsachen stützen, welche an den lebenden Formen beobachtet werden, und dann zu ihrer Freude finden, dass sich aus dem Studium der Fossilien nirgends ein Widerspruch mit den so gewonnenen Anschauungen ergiebt. Die Versteinerungen verweigern uns in vielen Fällen eine Antwort, aber sie sprechen nie gegen die Ansicht, dass im Laufe der Erdgeschichte sich die Lebewesen verändert haben und dass im allgemeinen diese Entwicklung eine progressive war, indem die niederen Formen allmählich in höher organisierte übergingen. Fl. behandelt das Problem mit der größten Einseitigkeit, wie der Leser am besten erkennen wird, wenn ich im folgenden kurz andeute, wie breit das Fundament ist, auf dem das Gebäude der Abstammungslehre ruht, und wie klein das Gebiet ist, an welches Fl. seine kritische Sonde ansetzt.

I. Zuvor seien jedoch noch einige erkenntnistheoretische Fragen behandelt, in denen Fl. einen nach meiner Meinung prinzipiell unrichtigen Standpunkt vertritt. Die Abstammungslehre ist eine Theorie, d. h. eine geistige Verknüpfung von Thatsachen. Sie ist ein Mittel, um die ungeheure Formenfülle von Organismen der Vorzeit und Gegenwart und ihren wechselnden Grad von Aehnlichkeit uns verständlich zu machen. Zoologie und Botanik sind Wissenschaften; daher sammeln sie nicht bloß Beobachtungen, sondern sie suchen das Gemeinsame der Thatsachen, in der Vielheit die Einheit, in dem Wechsel das Bleibende, kurz den notwendigen Zusammenhang der Phänomene, d. h. die allgemeinen Gesetze, welche die Organismen beherrschen, durch geistige Analyse festzustellen. Es genügt nicht bloß, Thatsachen möglichst exakt zu beobachten, z. B. dass eine Raupe sich in einen Schmetterling verwandelt oder dass ein Hamster Backentaschen besitzt; es genügt auch nicht, die Thatsachen untereinander zu vergleichen und festzustellen, dass hier gewisse Merkmale vorhanden sind, welche dort fehlen, also z. B. dass die Monotremen und Beuteltiere keinen Mutterkuchen besitzen, während die Placentalia ihren Embryo mit Hilfe eines solchen ernähren. Die geistige Analyse muss sich vielmehr bemühen, den kausalen d. h. den mit Notwendigkeit erfolgenden Zusammenhang der Erscheinungen aufzudecken, denn alle Naturforschung läuft darauf hinaus, zu erkennen, welche Phänomene mit Notwendigkeit auf einander folgen, um diese als kausal verknüpft zu betrachten. Dass wir zu dieser höheren Auffassung der Thatsachen nur durch Spekulation gelangen können, ist ebenso selbstverständlich, wie dass allen Theorien nicht entfernt der Grad von Sicherheit zukommt wie der einfachen Beobachtung. Auch bei den einfachen sinnlichen Wahrnehmungen ist der Mensch bekanntlich im hohen Maße den Täuschungen ausgesetzt. Die Möglichkeit des Irrtums ist immer vorhanden, mag es sich um eine einfache Beobachtung, z. B. dass ein Quantum Wasser 20° C. Temperatur besitzt, oder um irgend eine Theorie handeln. Fl. steht auf einem prinzipiell unrichtigen Standpunkt, indem er die nüchterne Empirie gegenüber der spekulativen Betrachtungsweise in den Himmel erhebt. An einzelnen Stellen verwahrt er sich freilich dagegen, dass er ein Feind der Hypothesen sei. Sowie er aber auf eine solche stößt, wird das Anathema gegen den „inexakten" Forscher geschleudert. Diese Inkonsequenz tritt klar hervor aus den Sätzen (p. V): „Sobald der Naturforscher von längst verflossenen Geschehnissen, wie der Entstehung der Tierarten spricht, denen weder er noch ein anderer Augenzeuge beigewohnt hat, verlässt er eigentlich sein Fachgebiet. Damit soll die Reflexion über solche Probleme keineswegs als unberechtigt bezeichnet werden."

Fl.'s Standpunkt besteht darin, nur die unmittelbaren Ergebnisse der Wahrnehmung für richtig zu halten, die Thatsachen nie zu Schlüssen

zu kombinieren und nie eine Behauptung aufzustellen, welche sich nicht jederzeit verifizieren lässt. Ueber alles, was in der Vergangenheit sich abspielte, darf der exakte Naturforscher nichts sagen, denn es fehlte der „Augenzeuge“. So schreibt er p. VI: „Der Naturforscher kann exakt bloß über diejenigen Organismen und Erscheinungen reden, welche er wirklich beobachtet. Die Individuen der jetzt lebenden, die Reste der verstorbenen und fossilen Tierarten bilden für den Zoologen Quelle und Objekt der wissenschaftlichen Arbeit. Dasselbe ist als gegeben hinzunehmen und kann ebensowenig genetisch erklärt werden, als der Physiker die Entstehung der mechanischen Gesetze und der Chemiker die Bildung der Elemente erklären will.“ Gewiss ist jede „Kraft“ eine qualitas occulta, aber trotzdem schließt der Physiker aus den Beobachtungen mit Recht, dass eine Energieform in eine andere sich verwandelt. Weshalb soll der Zoologe nicht zu ähnlichen Schlüssen für die Organismen gelangen? Auf p. 134 schreibt Fl.: „Ich kann zu meinem Privatvergnügen mir den Kopf zerbrechen über das, was ich nicht sehen und beobachten kann, über die Beschaffenheit eines fremden Landes oder irgend einer Stadt, aber als Naturforscher ist mir untersagt, über das, was ich nicht gesehen habe, eine bestimmte Angabe zu machen. Meine Thätigkeit hört auf, sobald mir die Möglichkeit der Beobachtung fehlt. Theoretische Kombinationen, von Gelehrten ausgesprochen, besitzen leider keinen größeren Wert als die Vermutungen eines beliebigen Laien, mag auch der Name des Naturforschers, welcher die Vermutung äußerte, mit großem Glanz und Ruhm umwoben sein.“ P. 50 meint er, der Beweis für die Abstammungslehre „könnte nur durch Demonstration der Umwandlungsformen selbst erbracht werden“. Dieser Beweis sei aber der Natur der Sache nach unmöglich, denn in der „grauen Urzeit“ sei kein Mensch dabei gewesen und habe die Zwischenglieder für ein modernes Museum gesammelt. Es kann „das Problem der Stammesverwandtschaft mittelst einer exakten Untersuchung gar nicht angepackt werden, weil niemand dem Zeugungsvorgang früher verstorbener Tiergeschlechter beigewohnt hat“. Diese Proben, deren Zahl sich leicht vermehren ließe, mögen genügen, um zu beweisen, dass Fl. den Standpunkt des krassesten Skepticismus vertritt, aus Angst, an Exaktheit einzubüßen. Es ist klar, dass damit jeder wissenschaftlichen Theorie der Todesstoß versetzt wird, mag auch Fl. ab und zu in die Inkonsequenz verfallen, sich hiergegen zu verwahren. Wenn der Physiker durch eine Theorie der Aetherwellen die Wärme in Licht, das Licht in Elektrizität und diese in Röntgenstrahlen übergehen lässt, oder wenn er Aussagen macht über die stofflichen Elemente der Fixsterne, wenn der Chemiker mit Atomen und Molekülen rechnet, deren verschiedene Valenz und stereometrische Anordnung die Fülle der Verbindungen zur Folge hat, wenn der Geologe aus den Erdschichten eine Entwicklungsgeschichte unseres Planeten rekon-

struiert, wenn der Philologe die Sprachen und Dialekte der indogermanischen Völkerfamilie von einer arischen Ursprache ableitet und der Historiker aus den Urkunden nicht nur Schlachten und Todesfälle herausliest, sondern die Ereignisse der Weltgeschichte auf geistige Strömungen und Wechselwirkungen zurückführt, kurz, wenn ein Gelehrter das Wesen der Wissenschaft nicht in der stumpfsinnigen Registrierung der Beobachtungen, sondern in deren geistiger Verknüpfung sucht, dann ist er nach Fl. als „inexakt" zu verdammen. Ich wundere mich bloß darüber, dass Fl. nicht die weiteren Konsequenzen seines Standpunktes zieht. Folgerichtig müsste er doch nur seine eigenen Beobachtungen für sich selbst als entscheidend gelten lassen, denn wie kann er sich auf die Angaben seiner Mitmenschen verlassen, da doch die sinnliche Wahrnehmung so häufig irrt und so leicht durch vorher gefasste theoretische Vorstellungen beeinflusst wird. Dann giebt es überhaupt keine Wissenschaften mehr, sondern nur noch subjektive Meinungen. Wer beweist ihm exakt, dass die Ammoniten früher lebende Wesen waren und nicht etwa „lusus naturae"? Hier fehlt doch auch der Augenzeuge. Wer als Skeptiker konsequent sein will, darf selbst seinen Sinnen nicht trauen, denn das „Ding an sich" vermögen sie nicht zu erfassen.

Um auf das zoologische Gebiet zurückzukommen, so zeigt eine einfache Ueberlegung, zu welchen Konsequenzen der Fl.'sche Standpunkt führen würde. Wenn jemand 500 Pferdeschwänze hernimmt und die Zahl und Länge der Haare an jedem feststellt, so hat er eine ausserordentlich „exakte" Arbeit geleistet und bleibt trotzdem ein Narr, wenn er sich mit den einfachen Zahlenergebnissen begnügt. Kann er aber irgend welche Gesetzmässigkeiten aus den Zahlen herauslesen, etwa dass diese Rasse viele, jene wenige Haare besitzt, oder dass die Zahl der Haare mit dem Alter zu- oder abnimmt, so kann man der Untersuchung einen gewissen Wert nicht absprechen, denn sie regt dazu an, den Ursachen jener Gesetzmäßigkeiten nachzugehen. Gelingt es ihm, zu zeigen, dass die Art der Behaarung von gewissen äußeren Faktoren (Klima, Nahrung) bedingt wird, dass z. B. ein dichter Pelz regelmäßig bei Tieren, welche in kalten Regionen leben, eintritt, so fassen wir einen solchen Zusammenhang als einen kausalen auf und fühlen uns in unserm Erkenntnistriebe befriedigt, obwohl wir uns darüber klar sind, dass wir zu der Hypothese, Kälte ruft dichte Behaarung hervor, nur durch geistige Thätigkeit, durch einen Denkprozess gelangt sind, und die Möglichkeit des Irrtums nicht ausgeschlossen ist. Würde z. B. der betreffende Forscher zu dem Resultat gelangt sein, die dichte Behaarung wäre dadurch bedingt, dass Schnee und Eis auf dem Boden liegen, so hätte er einen Fehlschluss gethan. Dieses Beispiel zeigt, dass auch in der Zoologie nicht die nüchterne Empirie, das einfache Sammeln von Beobachtungen genügt, sondern dass die zoologische Wissenschaft erst anfängt mit der theoretischen

Verknüpfung der Thatsachen. Hierdurch unterscheidet sich der wissenschaftliche Zoologe von dem einfachen Landmanne, der auch über mancherlei zoologische Kenntnisse verfügt. Nicht anders liegt der Fall mit dem Problem der morphologischen Aehnlichkeit. Es genügt keinem denkenden Menschen, festzustellen oder zu lernen, viele Tiere besitzen eine Wirbelsäule, einen Schädel, ein Rückenmark etc. und werden deshalb zu dem Typus der Wirbeltiere vereinigt, ebensowenig wie das System des Plinius befriedigen konnte, der alle Wassertiere als *Aquatilia*, alle Landbewohner als *Terrestria*, alle Flieger als *Volantia* zusammenfasste. Ich habe nichts dagegen, wenn Fl. p. 264 schreibt: „Aus der bunten Welt der reellen Mannigfaltigkeit baut das zoologische Denken ein System von Art- und Gattungsbegriffen auf, eine begriffliche Welt von formalen Beziehungen, eine Auswahl von topographischen und morphologischen Eigenschaften des Tierkörpers, leb- und empfindunglos, ohne Fleisch und Farbe, frei von jedem Erdgeruch — ein Tierreich logischer Beziehungen.“ Logisch war das System des Plinius auch und trotzdem unsinnig. Auch auf die Zahl der übereinstimmenden Merkmale kommt es nicht an, sondern darauf, welchen theoretischen Wert man ihnen beimisst. Schnabeltier und Ameisenigel weichen in sehr vielen Punkten von einander ab, und die ausgewachsene *Lernaee* ist unendlich verschieden von einem ausgewachsenen *Copepod*, und trotzdem gelten sie als nahe Verwandte. Wäre das zoologische System weiter nichts als eine Uebersicht logischer Beziehungen, so stände es nicht höher als der Hauptkatalog einer großen Bibliothek. Man könnte die darin steckende Arbeit bewundern, dasselbe könnte auch vielleicht von praktischem Wert sein, wie etwa der Katalog eines Naturalienhändlers, aber es würde uns keine Spur von Verständnis erschließen. Die morphologischen Aehnlichkeiten werden auch dadurch nicht erklärt, dass man sie mit Fl. zu demselben „Baustil“ rechnet. Im Gegenteil, zu einem Baustil gehört ein Stilkünstler, und dann ist es schon einfacher, auf jede naturwissenschaftliche Erklärung zu verzichten und zu sagen, alle Wirbeltiere haben eine Wirbelsäule, weil ihnen Gott eine solche gegeben hat. Aus den Erfahrungsthatsachen, dass Tiere Nachkommen erzeugen, und dass diese Nachkommen mit ihren Eltern im Bau übereinstimmen oder jedenfalls ihnen im hohen Maße ähnlich sind, zieht der Zoologe den Schluss, dass Aehnlichkeit auf Descendenz beruhen kann, dass also z. B. die Möglichkeit gegeben ist, das Vorhandensein einer Wirbelsäule bei einem Fisch, Amphibium, Reptil, Vogel und Säuger dadurch zu erklären, dass dieselben bis zu einem gewissen Grade als blutsverwandt angenommen werden. Aufgabe der geistigen Analyse des Zoologen ist es, festzustellen, welche Aehnlichkeiten auf Abstammung beruhen und welche nicht. Er findet, dass eine ungeheuere Anzahl von Uebereinstimmungen bei Tieren, die in andern Merkmalen differieren, sich durch

Descendenz erklären lässt. Erklären heisst, eine Thatsache in ein Gesetz einordnen, und die Erklärung fällt um so befriedigender aus, je mehr es gelingt, durch Gedankenarbeit das spezielle Gesetz unter ein allgemeines zu subsummieren. Gegenwärtig kennen wir nur ein allgemeines Gesetz, welches uns die Organisationsübereinstimmungen erklärt, dasjenige der Descendenz. Wer dieses verwirft, erklärt damit den Bankerott der biologischen Wissenschaften und verzichtet darauf, für das Aehnlichkeitsproblem eine befriedigende Lösung zu geben. Fl. selbst hat dies gefühlt, denn auf der vorletzten Seite seines Buches finden wir die resignierten Worte: „Mit der Zunahme unserer thatsächlichen Kenntnisse verlor die allgemeine Idee der tierischen Stammesgeschichte an Gewissheit. Endlich treiben wir nicht bloß auf einem Ozean von unbeantworteten Fragen, sondern haben zugleich das Licht verloren.“ Er fühlt sich auch außer Stande, irgend etwas Neues an Stelle der „zusammengebrochenen“ Theorie zu setzen. „Hätte ich das beabsichtigt, so würde ich nur statt eines haltlosen Phantasiegebäudes ein anderes, ebenso haltloses Phantom habe aufrichten können, weil es sich um die Beantwortung einer Frage handelt, welche nach meiner Meinung jenseits des naturwissenschaftlichen Arbeitsgebietes liegt.“ Also nicht nur Zusammenbruch für die Gegenwart, sondern für immer. Diese trostlose Perspektive ist durchaus nicht gerechtfertigt. Für jetzt begnügen wir uns mit dem Descendenzgesetz, später wird eine Zeit kommen, welche die Thatsachen desselben unter eine noch allgemeinere Formel bringt; denn es ist klar, dass mit der Abstammungslehre noch nicht das letzte Wort der Wissenschaft gesprochen ist. Wenn wir die Aehnlichkeit durch Abstammung erklären, so setzen wir stillschweigend voraus, dass die gleichen Ursachen bei den Vorfahren wie bei den Nachkommen in Thätigkeit traten und daher gleiche Wirkungen hervorgerufen haben oder, richtiger gesagt, da die Aehnlichkeit nie eine vollständige ist, dass ähnliche Ursachenkomplexe bei den Vorfahren wie bei den Nachkommen die morphologischen Uebereinstimmungen bedingt haben. Einer späteren Zeit bleibt es vorbehalten, mit der Analyse bis zu den Ursachen der Aehnlichkeit vorzudringen und statt des allgemeinen Wortes „Vererbung“ zu sagen, die Aehnlichkeit des Fisches *a* mit dem Fische *b* beruht nicht allein auf gemeinsamer Abstammung von der Form *c*, sondern bei der Entwicklung von *a*, *b*, *c* treten die chemischen Stoffe α, β, γ, δ . . auf und wirken in gleicher oder ähnlicher Weise aufeinander, sodass auch das Endresultat ähnlich ausfällt. Ich für meine Person muss wenigstens bekennen, dass ich mir einen prinzipiellen Unterschied zwischen der Aehnlichkeit anorganischer und organischer Körper nicht denken kann. Die Krystalle derselben chemischen Verbindung sind einander morphologisch gleich oder ähnlich, weil derselbe Kräftekomplex an sie gebunden ist, und so muss auch in letzter Linie die Aehnlichkeit der Organismen darauf beruhen, dass

sie aus ähnlichen Stoffverbindungen sich zusammensetzen. Gegenwärtig ist aber die Forschung noch so weit von dieser idealen Höhe entfernt, dass wir an der Erklärung durch Abstammung festhalten werden, falls nicht eine sorgfältige Analyse der Thatsachen uns zwingt, sie aufzugeben.

II. Der Prüfstein einer Theorie ist ihre Leistungsfähigkeit. Je mehr Thatsachen sie ungezwungen zusammenzufassen und zu erklären vermag, um so sicherer ist sie begründet. Welche Gebiete von Thatsachen sind nun bekannt, welche den theoretischen Schluss rechtfertigen, dass die Arten nicht konstant sind, sondern sich unter Umständen verändern und dass sie sich im Laufe der Erdgeschichte verändert haben und zwar im großen und ganzen in progressiver Weise, aus niederen Formen zu höheren? Macht Fl. seine Zuhörer mit dem ganzen breiten Fundament der Abstammungslehre bekannt oder nur mit einem Teil derselben? Wir dürfen das Erstere von ihm erwarten, da das Titelblatt Vorlesungen über den Auf- und Niedergang dieser Hypothese ankündigt und er p. 130 von sich selber sagt, „ich betrachte es als meine Aufgabe, das Resultat der zoologischen Forschungen während der letzten 40 Jahre als objektiver Historiker in bündiger Form zusammenzufassen und daraus das allgemeine Wertresultat der Epoche abzuleiten". Von einem objektiven Historiker darf man verlangen, dass er keine wesentlichen Gesichtspunkte mit Stillschweigen übergeht, zumal wenn er soviel Zeit und Raum zur Verfügung hat, um lange Citate aus anderen Forschern in seine Darstellung aufzunehmen. Leider kann ich Fl. den Vorwurf nicht ersparen, seiner Aufgabe in einseitigster, ungenügendster Weise gerecht geworden zu sein, sodass seine Zuhörer ein ganz schiefes Bild von den Grundlagen der Abstammungslehre erhalten haben.

1. Die wichtigste Stütze der Descendenzlehre bilden die zahllosen Beobachtungen an den lebenden Tieren und Pflanzen, welche beweisen, dass jeder Organismus in hohem Maße plastisch ist und seine normale, d. h. die für die betreffende Art charakteristische Gestalt nur dann annimmt, wenn er unter normalen Bedingungen aufwächst, sich aber sofort verändert, wenn er in andere Verhältnisse gebracht wird. Licht und Luft, Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Trockenheit, Nahrung und Boden, Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe, wirken auf den Organismus ein und beeinflussen ihn, sodass jedes Tier gleichsam die Resultate aus zwei verschiedenen Faktoren ist, nämlich den Kräften, welche durch die Vererbung in das Ei gelegt wurden, und den Einwirkungen der Umgebung. Wir haben Grund, anzunehmen, dass die Einflüsse der Außenwelt, wenn sie durch eine Reihe von Generationen hindurch mit genügender Intensität sich geltend gemacht haben, von der Vererbung übernommen werden, d. h. auch dann auftreten, wenn sie nicht mehr direkt durch die äußeren Ursachen hervorgerufen werden. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass manche Naturforscher

(Galton, Weissmann, Wallace) gegenteiliger Meinung sind und ein solches Uebergehen erworbener Eigenschaften zum Kapital der Vererbung leugnen. Sie begnügen sich dann mit der Annahme, dass die äußeren Faktoren das Keimplasma modifizieren. Die Plasticität der Organismen zeigt sich besonders deutlich an den Haustieren, welche unter der Hand des Menschen, der doch auch nur natürliche Mittel anzuwenden vermag, sich in verhältnismäßig kurzer Zeit ganz außerordentlich verändert haben. Da die Tier- und Pflanzenwelt seit unendlich langer Zeit auf der Erde existiert, und da unsere Erde während dieser Zeit sehr erheblichen Veränderungen im Klima und in der Verteilung von Wasser und Land unterworfen gewesen ist, so muss hieraus gefolgert werden, dass auch die Organismen sich im Laufe der geologischen Zeitperioden verändert haben. Ob diese Umgestaltungen in aufsteigender oder absteigender Richtung oder bald in dieser, bald in jener oder endlich auf einer Linie gleicher Organisationshöhe sich vollzogen haben, ist hieraus nicht zu erschließen. Dieses ganze große Gebiet, welches ich hier soeben angedeutet habe, wird von Fl. überhaupt nicht behandelt.

2. Die Erfahrungen der Systematiker lehren mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, dass eine Art überhaupt nicht scharf zu umgrenzen ist, weil die Variabilität eine Fundamentalerscheinung der Organismen ist. Sie gehört zu diesen mit derselben Konstanz wie die Fähigkeit der Atmung und Vermehrung und erstreckt sich auf alle Seiten, nach denen ein Tier überhaupt der Untersuchung zugängig ist. Variabel sind die morphologischen, die physiologischen, die psychischen Verhältnisse, die Instinkte, die Lebensweise, und zwar gilt dies für alle Altersstadien vom Ei bis zum ausgewachsenen Individuum. In vielen Fällen lassen sich die Exemplare einer Art zu Formenketten zusammenstellen, welche den allmählichen Uebergang einer Varietät in die andere veranschaulichen. Dieses gilt namentlich für Species mit großem Verbreitungsgebiet. Aus diesen Thatsachen lässt sich wiederum nur schließen, dass die Individuen einer Art nicht an eine strenge Formel gebunden sind, sondern dass sich an ihnen alle Verhältnisse im labilen Gleichgewicht befinden und nach Maßgabe der wechselnden äußeren Faktoren veränderlich sind. Dass das System der Tiere zu einem einfachen Kataloge herabsinkt, wenn es weiter nichts enthält als eine Sammlung logischer Beziehungen, habe ich oben schon angedeutet. Erblicken wir in ihm hingegen den Ausdruck der natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen, so enthüllt es uns die ganze reichgegliederte Stufenleiter, welche den Menschen mit der einfachen Amöbe verbindet. Auch dieses große Kapitel des Artbegriffes wird von Fl. mit fast vollständigem Stillschweigen übergangen.

3. Jeder Organismus durchläuft vom Ei bis zur geschlechtsreifen Form eine Reihe von Veränderungen, die fest bestimmt sind, abgesehen

von den kleinen Schwankungen, welche die Variabilität hervorruft. Im Generationswechsel sehen wir diese Serie von Veränderungen sich über zwei, drei oder mehr Generationen ausdehnen. Fl. giebt zu, dass diese Thatsachen den Gedanken nahelegen, dass, sowie hier im Zeitraum eines Individuums Form und Organisation einem fortlaufenden Wechsel unterworfen sind, sich derselbe Prozess auch im Laufe der Stammesgeschichte abgespielt hat; aber er bekämpft das biogenetische Gesetz mit aller Entschiedenheit wegen seiner vielen Ausnahmen. „Sie begreifen, dass die vielen Widersprüche der exakten Thatsachen uns heutzutage bestimmen müssen, das ganze Gesetz als falsch aufzugeben" (p. 226). Hierin schießt Fl. meines Erachtens wieder weit über das Ziel hinaus. Auch Haeckel hat nie geleugnet, dass zahllose Ausnahmen vorkommen; zum Begriffe der Palingenese trat von vornherein der der Caenogenese. Unendlich viele Thatsachen finden ihre ungezwungene Erklärung, wenn man in ihnen eine durch die Vererbung bedingte Wiederholung früherer phyletischer Stadien sieht. Die Kaulquappen der Frösche rekapitulieren das Stadium der Perennibranchiaten — nicht der Fische, wie Fl. annimmt, um gegen diese Anschauung zu Felde zu ziehen, die Schlundtaschen der Amnioten die Kiemenspalten der Anamnier, die Jugendformen der Lernaeen, Entonisciden und Sacculinen bekunden die Zugehörigkeit dieser Tiere zu den Krebsen, die Embryonalzähne der Wale, von Manis, Ornithorhynchus, Trionyx und der Störlarven deuten an, dass alle diese Wirbeltiere von bezahnten Vorfahren abstammen, die symmetrischen Jugendformen der Pleuronectiden beweisen, dass die eigentümliche Körpergestalt erst infolge der besonderen Lebensweise entstand, u. s. f. Es wäre eine Kleinigkeit, noch 20mal so viele Beispiele aufzuzählen und an ihnen den Satz zu erhärten, dass Organe, welche bei ausgewachsenen Formen im Laufe der Stammesgeschichte vor verhältnismäßig kurzer Zeit verloren gegangen sind, die Tendenz haben, bei den jugendlichen Individuen in verkümmerter Form aufzutreten. Das biogenetische Gesetz besteht also in vielen Fällen zu Recht, wenngleich es kein „Grundgesetz" ist, sondern nur einen beschränkten Kreis von Thatsachen umfasst. Fl.'s Anschauungen beweisen auf das deutlichste, dass, wenn man diesen Schluss aus übertriebenem Skepticismus nicht zulassen will, man damit überhaupt auf jede Erklärung jener Erscheinungen verzichtet. „Es verhalten sich die Amphibienlarven zu den Fischen genau so, wie der Schmetterling *Callima paralecta* aus Ost-Indien zu einem vertrockneten Blatte." Mir will nicht einleuchten, dass dieser tiefsinnige Ausspruch uns das Verständnis der Thatsachen irgendwie erleichtert. Dass ein Embryo „Mimicry„ mit seinen Vorfahren treibt, ist doch eine absurde Vorstellung. Ueber die Schlundtaschen spricht er sich in folgenden Sätzen (p. 240) aus. „So groß auch die Formenähnlichkeit der Schlundtaschen eines kleinen menschlichen Embryos mit den entsprechenden

Anlagen eines Haifisches sein mag, jedenfalls gesellt sich aber der Unterschied [hinzu], dass die ersteren nicht, die letzteren wohl ins Große wachsen. Ich sehe da nicht ein, inwiefern man exakt beweisen könnte, dass die immer klein bleibenden und endlich verkümmernden Schlundtaschen der höheren Wirbeltiere einstmals die Fähigkeit besaßen, zu Kiementaschen auszuwachsen.“ P. 242 meint er, einen „stichhaltigen Grund“ für ihr Auftreten bei den Amnioten könne man nicht nennen. Auf der nächsten Seite folgt die vollständige Bankerotterklärung in den Sätzen: „Jedermann wird nach Kenntnisnahme der beiden eben besprochenen Beispiele für sich die Frage stellen, warum die Natur so streng an der Bildung der Chorda und Schlundtaschen festhält. Aber diese Frage darf hier nicht als Ausfluss des Kausaldranges unseres Denkens gelten, sondern als eine falsche, wenngleich durch den gewöhnlichen Sprachgebrauch entschuldbare Stilisierung für das Gefühl der Ueberraschung, welches das embryonale Geschehen in uns erweckt.“ „Wer genau über die reellen Thatsachen nachdenkt, wird allmählich einsehen, dass es für die als Frage stilisierten Gedanken überhaupt keine Antwort giebt.“ Diese Sätze bekunden nach meiner Meinung nicht den „Zusammenbruch der Haeckel'schen Doktrin“. Sie beweisen nur, dass die Wissenschaft zu einem Chaos zusammenhangsloser Beobachtungen wird, wenn ihr die Leuchte theoretischer Erklärung genommen wird.

(Schluss folgt.)

Beiträge zur Protoplasmaphysiologie.

Von **S. Prowazek.**

(Schluss.)

Was die unseren Gegenstand betreffenden Litteraturangaben betrifft, so sei hier zunächst auf die Bildung der sog. Rieseneier von Ascaris (Sala, Zoja, zur Strassen) hingewiesen; Goette beschrieb in der Entwickelungsgeschichte der Unke 1876 eine Verschmelzung von 2 Primordialeiern, etwas ähnliches giebt Blanc für die Ratte an, und kürzlich gedachte H. Rabl mehrkerniger Eizellen, die durch den umgebenden Gewebedruck zur Vereinigung gebracht wurden und vergleicht sie mit der Zellkopulation bei der Bildung des Spermatoblasts der Spermatogenese der Säugetiere. Korschelt beobachtete eine Verschmelzung von Eiern und Furchungsstadien von *Optryotrocha* infolge von langem Verweilen im Mutterkörper und Penard zufolge soll eine Kreuzung von *Heleopera rosea* und *Quadrula* unter Zellkopulation stattgefunden haben. Doch das sind nur ganz außerordentliche Fälle. —

Von pflanzlichen Objekten wurden bei der Regeneration marine Algen und zwar *Ulva lactuca*, *Bryopsis*, *Ectocarpus* und *Cladophora* verwendet; da die Versuche noch fortgesetzt werden sollen, sei hier

nur folgendes erwähnt: Bei der *Ulva lactuca*, die oft von verschiedenen Opistobranchiern, Aplysiaden u. A. abgeweidet wird, rücken zunächst in den der verwundeten Stelle am nächsten liegenden Zellen die Zellkerne samt dem einzigen großen Chloroplasten einseitig gegen die Verwundungsstelle, und die ersteren vergrößern sich alsbald; in der tieferen Zellenschichte werden später dagegen die Einlagerungen wie die Stärkekörner gelöst, um vermutlich bei der spät eintretenden Regeneration und Zellvermehrung verwendet zu werden. Bei der *Bryopsis* tritt das Plasma wie schon geschildert wurde, bruchsackartig weit vor und zerfällt zuweilen in einzelne Ballen, oft bildet sich oberhalb der Verwundung eine neue Membran aus, wobei ihr Wachstum in charakteristischer Weise strahlenartig das körnchenreiche Plasma an den Ort seiner Thätigkeit heranzieht.

Nicht alle Plasmastücke der *Bryopsis* sind im stande zu regenerieren, selbst wenn sie auch einige Kerne enthielten und es gewinnt den Anschein, dass mit der Zahl der Kerne ihre regenerative und sonstige Energie sinkt. Die Bryopsisteile regenerieren in einer streng polaren aber von der Reizwelt (Licht, Schwere) abhängigen Weise, aus dem basalen Teil eines jeden Federchenzweiges geht ein rhizoidartiges Gebilde hervor, das in einer Anschwellung endet, deren Membran verquillt und die Festheftung besorgt, das terminale Ende bringt ein neues Stengelstück und neue Fiederchen hervor.

Bei der *Cladophora* verhält sich die Regeneration analog; hier geht aber, selbst wenn man die verwundeten Teile in umgekehrter Weise auf einen Objektträger befestigt und sie so regenerieren lässt, aus dem dickeren basalen Teil ein knorriger rhizoidartiger Fadenteil hervor. Die Bedingungen müssen aber noch festgestellt werden. Viele Erscheinungen der marinen Cladophoren deuten auf eine systematische Angliederung zu den Siphonaeen. Zuweilen zerfällt die vielkernige Zelle eines älteren Cladophorafadenteiles in kleinere Teile, die zu neuen verzweigten Zellfäden auswachsen.

Sehr interessant gestaltet sich die Regeneration bei *Ectocarpus*, wo der ursprüngliche Gestaltungskreis gewissermaßen durch eine Heteromorphose überschritten wird und aus einer Zelle unterhalb der Verwundungsstelle durch Teilung 2 Zellen hervorgehen, von denen die eine einen Zellfaden in gerader Richtung produziert, während die andere den Ausgangspunkt für ein rhizoidartiges, mehr knorriges Fadenstück abgiebt.

Lässt man die *Bryopsis* in einer sehr schwachen Neutralrotlösung regenerieren, so tritt eine merkwürdige Heterogenität des äußersten Wandplasmas und der tieferen Plasmaschichten rücksichtlich ihres Verhaltens zu dem Farbstoff, der als Leucoprodukt aufgenommen wird, zutage; derselbe wird nämlich peripher in ganz

zarter Trichitenform niedergeschlagen, während in der Tiefe alsbald verschieden rötlich verfärbte Vakuolen auftauchen, die sich metachromatisch verhalten und schließlich nach einiger Zeit den Farbstoff in dunkler Ballenform ausfällen.

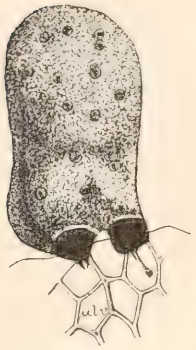


Fig. 11.

Anschließend möge hier eines rätselhaften Organismus (Fig. 11) gedacht werden, auf den erst später auf den Präparaten von der *Ulva lactuca* die Aufmerksamkeit gelenkt wurde. Er bildet ovale oder runde Plasmaballen, die äußerlich von einer, in Reagenzien löslichen Hülle von Kryställchen umgeben sind und immer am Rande von faulenden Ulvafetzen vorkommen; auf den Präparaten bemerkt man nun, dass er basalwärts 1—3 eigenartige homogene Plasmapolster besitzt, die den Farbstoff begierig aufnehmen und eine terminale Saugöffnung haben, mittels welcher der Inhalt der angefallenen Ulvazellen ausgesaugt wird. — Dieses Protozoon besitzt zahlreiche kleine Kerne mit einem deutlichen Binnenkörper. Weiter möchte ich auf dessen Beschreibung nicht eingehen, da mir derzeit frisches lebendes Material fehlt. —

II. Verhalten des Zellplasmas verschiedenen Chemikalien gegenüber.

Im „Zoologischen Anzeiger" Bd. XXIII Nr. 618 1900 wurde im Anschluss an Loeb's merkwürdige Experimente über vorläufige Versuche an Seeigeleiern, die in verschiedenen Salzlösungen durch einige Zeit belassen wurden, berichtet; anknüpfend an diese Versuchsserie wurden auch im gleichen Sinne Experimente an Protozoen angestellt.

Die *Glaucoma scintillans* verringerte zunächst in dem Wasser, dem einige Tropfen konzentrierter $MgCl_2$-Lösung zugesetzt wurden, ihre Bewegungsfunktion, später schrumpfte der Zellleib etwas seitlich zusammen und erhielt mehrere Dellen, das Plasma wurde infolge von Wasserabgabe

Fig. 12.

Fig. 13.

lichtbrechender, die Streifensysteme hoben sich deutlicher ab, wogegen die Vakuolenthätigkeit sistiert wurde, doch wächst die Vakuole noch eine zeitlang, so dass sie bald weit über die Zelleiboberfläche vorspringt. Da aber in dem Plasma der Vakuolenwand infolge der Veränderung

der Inhaltsflüssigkeit der Vakuole und vielleicht irgend einer Fällung und Wasserabgabe die Resistenz gehoben wurde und so eine Art von Vacuolenmembran entsteht, die im normalen Zustand den genauesten Untersuchungen zufolge sicher nicht vorhanden ist, so kommt infolge der fortgesetzten Dehnung die Porusstelle in höchst markanter Weise zum Vorschein, ja die Vakuole kann teilweise von ihrer sonstigen Umgebung abgelöst und mit ihrer Umhüllung bloßgelegt werden (Fig. 12 p = Porus *a*, *b*, *c* verschiedene Stadien der „Vakuolenablösung"). Die Cilienbewegung wird später successive verringert und die Cilien erhalten terminal eine Art von Knöpfchen. — Später traten peripher hie und da hyaline Tröpfchen auf, die wiederum schwanden, bis das Tier schließlich zerfloss. — Nahm man die Tiere rechtzeitig heraus und brachte sie ins frische Wasser, so erholten sie sich nach einiger Zeit und vermehrten sich auch bald anscheinend in stärkerer Weise, obzwar die Ernährungsverhältnisse eher ungünstig wurden. Man kann derart auch Reinkulturen erhalten. (Die ersten Teilungsstadien wurden nach 2 Stunden im reinen Wasser beobachtet.) In Lythiumchloridlösungen traten analoge Erscheinungen auf, nur dass die Lähmung der Cilien früher erfolgte und die Vakuole keineswegs einen derartigen Grad maximaler Spannung erreichte, ja zuweilen gar nicht sichtbar war. Auch aus diesen Lösungen erholten sich die Tiere nach einiger Zeit. Nicht viel anders ist das Verhalten der Organismen in $MnCl_2$ und NaCl-Lösungen, nur dass im ersteren Falle die Netzstruktur des Plasmas länger erhalten bleibt und in der letzteren Flüssigkeit die Form der Ciliaten länger bewahrt erscheint. Nach den $MnCl_2$-Lösungen trat die Teilungsthätigkeit später ein, und hier drang in einzelnen Fällen die Teilungsfurche, — die infolge der phylogenetischen, etwas schiefen Verlagerung des Cytostoms von seiner terminalen Lage auf die Bauchseite schief seitlich zur Körperachse erfolgt, — nicht ganz durch und es kam so eine Art von Längsteilungsbild zu stande. Auch war das Plasma der Tiere ein wenig gelblicher und die Zellgestalt gedrungener. Bei *Oikomonas termo* wird in $MgCl_2$-Lösungen das Plasma zumeist grünlich lichtbrechend, die Zellgestalt nimmt eine längliche Form an und es werden knorrige pseudopodienartige Fortsätze, die in einzelnen Fällen terminal eine Vakuole ausbilden, ausgesendet. (Fig. 13 *a* normal, *b* verändert). Aehnlich, nur weniger markant ist die Erscheinung in $MnCl_2$-Lösungen.

Bringt man *Amoeba limax* aus einer $MgCl_2$-Lösung ins frische Wasser, so sendet sie anfangs mehrfache Pseudopodien aus. *Daphnien* sowie *Brachionus Bakeri* wurden in $MgCl_2$-Lösungen gleichfalls nach längerer Zeit gelähmt, das Herz der *Daphnien* pulsiert normal pro Minute ca. 152, in solchen Lösungen aber bald 41 dann 31, 21—20 mal, worauf ein Stillstand erfolgt. — In 0.5% Coffeinlösungen wird nach 4 Stunden die Vakuolenthätigkeit der Glaucoma unregelmäßig und das Plasma

etwas milchig; bringt man die Glaucomen hernach ins reine Wasser, so vermehren sie sich bald lebhaft. — Die erwähnten Lösungen wirken also zunächst verändernd auf das Plasma ein, dessen Flüssigkeitsgehalt modifiziert wird und demgemäß das Lichtbrechungsvermögen eine Aenderung erleidet; in einzelnen Fällen treten Oberflächenänderungen und Pseudopodbildungen wie bei *Oikomonas* ein; vielleicht sind diese Erscheinungen in gleiche Linie mit der sog. Zottenbildung am Hinterende der *Amoeben* zu setzen, die auch auf eine Wasserarmut des Plamas zurückgeführt wird. — Später folgt immer eine Art von Lähmung, bringt man aber die Tiere rechtzeitig ins frische Wasser, so erholen sie sich bald und bei den Infusorien vollzieht sich sogar hernach eine Erhöhung der Teilungsthätigkeit (0.5% Coffeinlösungen, $MgCl_2$). Es gewinnt den Anschein, dass durch die Ueberführung aus der Salzlösung ins Wasser langsam eine energischere Wasseraufnahme von seite des Plasmas erfolgt, da der osmotische Druck der Umgebung und im Infusor selbst verschieden ist, und dass dadurch einerseits mechanisch das Strukturgefüge eine Lockerung erleidet, andererseits Wachstumsreize ausgelöst werden.

Wurde dem Heuaufgusswasser, in dem *Glaucoma* und *Amoeba limax* in großer Menge vorkamen eine Spur Kalilauge zugesetzt, so dass es schwach alkalisch wurde, so bewegten sich zunächst die *Glaucomen* in wogender Weise nach rückwärts, die Cilien schlugen „büschelweise" und das Plasma schien etwas verdichtet zu sein. Verworn zufolge soll nun die *Amoeba limax* spitze, stachelartige Pseudopodien nach Art der *Amoeba radiosa* unter diesen Umständen aussenden; dies konnte in dem gegebenen Falle nicht beobachtet werden.

Die *Amoeba* sandte nur mehrere lappige oder kurze, knorrige Pseudopodien aus, das hyaline Ektoplasma war an der Bewegungsstelle mächtiger ausgebildet und der Kern wurde in diese Zone zuweilen vorgedrängt. — Demnach wird also durch diese Aenderung des Flüssigkeitsmediums hier der Verdichtungsdruck im Sinne Gruber-Rhumbler's etwas geringer, demzufolge sonst die Entoplasmagranulationen, die Vakuole und der Kern in das Entoplasma zurückgewiesen werden.— Vielleicht experimentierte auch Verworn an *Amoeba radiosa*, die bekanntlich aus inneren Ursachen oder infolge von Druck zeitweise die Gestalt einer breiten beilförmigen *Amoeba limax* annimmt (vergl. auch Bütschli, Untersuch. über mikroskop. Schäume 1892 p. 73).

In Neutralrotlösungen färbten sich die Inhalte der Verdauungsvakuolen der Glaukomen dunkelrot, gelbrot und violettrot — hieraus darf man aber noch nicht weitgehende Schlüsse ziehen, da sich vielleicht die verschiedenen Bakterien, die allein aufgenommen werden, schon an und für sich anders verhalten. Sobald die Vakuole zur Ablösung gelangt

war, erscheint um den Inhalt nach einiger Zeit ein peripherer Flüssigkeitsraum und später beginnen sich die geballten Nahrungsmassen, von der Peripherie angefangen, zu verfärben; hier tauchen hernach dunkelrote Körnchen auf, die in den Flüssigkeitsraum oder in den Zellleib sodann übertreten und hier sich unter Metachromasie gelbrot und dann unter Entfärbung vielleicht zum Teil in die Lamprogranula umwandeln; denn die Hyalogranula kommen nicht immer vor. In ähnlicher Weise wandeln sich ja Labbé zufolge die Coccidin-Reservekörnchen der Coccidien in Paraglykogen um, ohne die Größe oder Form irgendwie zu ändern. In den Nahrungsvakuolen findet man häufig die schon früher einmal erwähnten goldgelben, prismatischen Körper, die zunächst der Bakterienverdauung entstammen und vermutlich in dunklere Exkretkörper später noch umgebildet oder ausgestoßen werden, da sie in dieser Gestalt im Zellleibe nicht vorkommen. Auf späteren Stadien scheinen hier die Nahrungsvakuolen von einer Art von Niederschlagsmembran, innerhalb der sich die größeren Bakterien spindelig anordnen, umgeben zu sein — denn beim Zerfließen des Infusors behalten sie lange Zeit ihre Gestalt, und drückt man auf das Deckgläschen, so quellen zuweilen die kleineren Coccen wie aus einem seitlichen Riss einer Membran hervor. Die mit Neutralrot verfärbten ausgestoßenen Fäces entfärben sich bald in der Flüssigkeit. Mehrere Tage in derselben Neutralrotlösung belassene Glaukomen färbten später ihre Nahrungsvakuolen fast gar nicht mehr, der Farbstoff büßte anscheinend mit der Zeit seine elektive färberische Energie ein.

III. Untersuchung der *Protozoen* bei Wassermangel und beim Absterben.

Manche Aufschlüsse über die Struktur und die Mechanismen des Plasmas erhalten wir, sofern wir den Zellen durch Verdunstung langsam das Wasser entziehen oder sie absterben lassen.

Bei der Verdunstung drängen sich die Glaukomen dichter und dichter aneinander und bilden um die Bakterienhaufen, die am längsten die Feuchtigkeit bewahren, durch das Bestreben, stets unter gleichen hydromechanischen und vielleicht chemischen Bedingungen des Infusionstropfens zu bleiben, ganze dichte Ringe. Dabei rotieren sie zumeist beständig nach der Seite, nach der die Mundöffnung (schief von vorn rechts nach hinten links) aufsteigt — es hängt dies wohl mit der leichteren Erregung des die Nahrung zuführenden Wasserstromes zusammen, demzufolge sich in den Cilien mit der Zeit nach der einen Seite eine Art von physiologischer Bahnung des leichteren Arbeitszufalles in den Konstituenden des Bewegungsorganoides herausgebildet hat; auch den Merozoiten kommt vielfach eine derartige Bewegung zu. Zunächst wird dann das Zellplasma milchig, körnig und etwas lichtbrechender als sonst; auf diesem Stadium kann man

noch die Infusorien durch Zusetzen von frischem Wasser zu neuem Leben erwecken, was aber nicht mehr gelingt, sobald die Vakuole als ein helles Bläschen erscheint und der Zellleib etwas zu schrumpfen beginnt (aber meist in anderer Art als in den $MgCl_2$-Lösungen). Dieses Verhalten ist insofern auch von Interesse, da viele Protozoen (Protozoenstudien II, Arbeiten d. zool. Inst. Wien Tom. XII) nur im feuchten Waldmoos gefunden wurden und von einigen die Cysten noch nicht bekannt sind. Von der *Glaucoma* gelang es mir gleichfalls nicht die nur vom Stein beobachteten Cysten aufzufinden, noch sie durch ein mehrere Tage andauerndes langsames Verdunstenlassen der Flüssigkeit und Variierung der sonstigen Lebensbedingungen zur Encystierung zu bringen. Am trockenen Heu wurden nur ausgetrocknete *Glaucomen,* die ihre Gestalt vollkommen bewahrt haben, gefunden, doch konnten sie nie zu neuem Leben erweckt werden. Dieser Punkt erfordert demnach eingehende neue Untersuchungen.

Bei den marinen Infusorien traten bei fortschreitender Verdunstung und der mit ihr Hand in Hand gehenden Erhöhung des Salzgehaltes analoge Erscheinungen ein; die *Hypotrichen* starben ab, sobald das Plasma infolge der Wasserabgabe lichtbrechend wurde. Marine Amöben, die rechtzeitig ins Wasser gebracht wurden, zeigten hernach eigenartige Umbildungen in den Verhältnissen der Oberflächenspannung der ektoplasmatischen Schichten; zunächst wurden zarte papilöse Hervorragungen ausgesendet, und es gewann den Anschein, als ob durch das eindringende Wasser zunächst einzelne Partien in einen flüssigeren Aggregatzustand gerieten; nach 9 Minuten wurden diese Papillen mehr lappig und nach 13 Minuten näherte sich die Gestalt der Amöbe ihrer alten Form (Fig. 14 *a* 4 Minuten nach Wasserzusatz, *b* 9, *c* 13 Minuten).

Beim Absterben der Ciliaten wird zunächst die Plasmastruktur an einzelnen Stellen sehr verdeutlicht und die Körnchen beginnen in den Hohlräumen lebhafter zu tanzen. Dieser Molekulartanz ist auf die beim Absterben erfolgende Temperaturerhöhung und die Ausbreitung dieser in der paraplasmatischen Flüssigkeit zurückzuführen, in der oft lokal ganz eigenartige physikalische Verhältnisse zustande kommen; so führten in größeren Alveolen einer *Amoeba* die kryställchenartigen Lamprogranula in der einen Höhlung einen lebhaften Körnchentanz auf, während sie in der benachbarten fast ganz ruhten. An der Stelle, an der die Struktur nun deutlicher wurde, vollzog sich bald eine Verflüssigung und es entstand eine tropfenartige Hernie, in die bei *Gastrostyla* und *Glaucoma* hohle Tröpfchen von gelösten, dann aber wieder derart niedergeschlagenen Gerüstsubstanzen (vielleicht gelöste Glykogenkörper) emulsionsartig eintraten: diese Hernie, zu der sich bald andere gesellen, ist auch von einer Art zarter Niederschlagsmembran umgeben, die sogar anfänglich von dem Schlag benachbarter oder in ihr noch ruhender Cilien nicht

durchbrochen wird, schließlich platzt auch sie und das ganze zerfließt. Die Randcirren einer absterbenden *Gastrostyla* verblieben einmal in dem Zustande des ihrer Bewegung entsprechenden, 1—2welligen Kontraktionszustande. Der hier geschilderte Zerfließungsvorgang weist aber noch mehrere, allerdings nicht sehr ins Gewicht fallende Modifikationen auf.

In alten Kulturen stellten sich bei der *Glaucoma scintillans* nachfolgende interessante Senilitätserscheinungen ein: Die Zellgestalt wurde kurz, gedrungen, birnförmig, das helle netzige Protoplasma war von zahlreichen Flüssigkeitsvakuolen durchsetzt, die Cilien, die stellenweise ganz degeneriert waren, schlugen unregelmäßig flimmernd, und das Tier bewegte sich nur wenig schaukelnd nach vorwärts; die Vakuole, deren Gestalt oft gar nicht kugelförmig war, entleerte sich in einem unregelmäßigen Turnus (bis 4 Minuten) und dabei trat einige male der Fall ein, dass sie ihren Inhalt nicht vollständig nach außen abgab.

IV. Bemerkungen über die Protoplasmastrukturen.

Zufolge dem jetzigen Thatbestande bei der Fragestellung über die Plasmastrukturen scheint es mehr als geboten, diese auch an lebenden Zellen zu untersuchen, wiewohl man hier wohl selten so günstige Objekte erhält, dass man gleich ohne Anwendung von höherem Deckglasdruck — der ja auch ein deformierendes Gewaltmittel wie gewisse Reagenzien ist — und ohne lang andauernde Beobachtung — der gerade in unserem Falle leicht suggestive Täuschungen nachfolgen — überhaupt etwas von den Strukturen wahrnimmt. In vielen Fällen lässt es sich überhaupt durch die bloße Beobachtung nicht entscheiden, ob die vorliegende Struktur rein alveolar-wabig oder fibrillärnetzartig ist, und man kann dies höchstens aproximativ aus gewissen vitalen Vorgängen oder experimentellen Erscheinungen in dem oder jenem Sinne schließen. Die eben sichtbare, beobachtete Struktur der Vorticellen der Stylonychien, der Zellen der Frucht der Ananaserdbeere (Fig. 15), der Johannisbeere, ferner der Zellen einer Mesocarpacee, wo sich einmal die sog. „Zwickelwabe“ direkt unter dem Mikroskop zu einer Art von Alveole erweiterte, ferner die Struktur

Fig. 14.

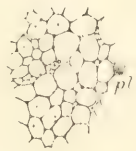


Fig. 15.

Fig. 16.

der verwundeten Vaucheria, Bryopsis und Ektocarpuszellen, schließlich die sog. Zentralkörper verschiedener Bakterien zeigten eine Wabenstruktur, in der aber doch noch immer einseitig entwickelte, dann eigentlich elementare Strukturen zahlreicher biegsamer Fibrillen ausgebildet sein mögen, die auch im Hinblick auf die Festigkeit bei der großen Zahl von Spannungsdifferenzen, ferner Druck-, Zug- und abscheerenden Wirkungen notwendig sind, und für die die rasche Reizfortpflanzung sowie die nachfolgende Restitution bei ihrer günstigen Oberflächenausbildung gleichfalls sprechen würde.

Dass thatsächlich gewisse länger persistierende Differenzierungen mit eindimensionalem fibrillären Charakter vorkommen, dafür scheint außer den in den Protozoenstudien I. niedergelegten Beobachtungen noch folgendes zu sprechen:

1) Unter gewissen Umständen (Druck) können bei der Amoeba verrucosa in der ektoplasmatischen Schichte Fädchen beobachtet werden, deren Existenz man auch unter normalen Verhältnissen annehmen darf, da streng local die ecto-plasmatische Niederschlagsmembran gleichsam von Fäden zurückgehalten wird, die oft am Hinterende die terminalen Enden der „Zottenvertiefungen" ins entoplasmatische Innere einziehen, wo diese dann aufgenommen werden.

2) Der Kern erhielt bei den entoplasmatischen Strömungen zuweilen scharfe Einschnitte, als ob er an festere Fadenelemente angedrückt wäre.

3) In den Epithelzellen der Salamanderlarve stoßen manchmal die „Waben" nicht nach den Plateau'schen Gesetzen aneinander, eine Erscheinung, die auf die Existenz von fibrillärer Einlagerung zurückzuführen wäre. In dem zusammenhängenden basalen Teil der Spermatogonien der *Helix pomatia* sieht man auch wirkliche Filarstrukturen, wie in zahlreichen Epithelzellen. Bei alledem muss man aber wieder in Erwägung ziehen, dass gelegentlich die Wandlamellen einer alveolar-wabigen Struktur durch einseitige Kraftwirkungen gleichsam in Fäden ausgezogen werden können, für die höchstens die schon ausgebildeten Fibrillen eine Art von Bildungsstütze abgeben können (Fig. 16). Dieses Phänomen konnte mit aller Deutlichkeit an verwundeten Vaucheriazellen beobachtet werden; diese Strukturfäden erhielten durch die paraplasmatischen Strömungen des heraustretenden Protoplasten eine bedeutsame Längenausdehnung und wurden durch ihre Schwankungen oft gebogen und gewellt; dass sie viscide waren, beweist der Umstand, dass homogene tröpfchenartige Verdichtungen ihrer Bahn wie Wassertröpfchen an einer Gummischnur entlang wanderten; ja einmal rissen einige Fäden und kamen so beim Zurückziehen mit aller Deutlichkeit zur Beobachtung.

Schließlich möchte ich noch auf andere Strukturerscheinungen hinweisen, die wieder mehr für einen netzig-fibrillären Charakter des Plas-

mas sprechen würden. Dies würde vor allen von den Zellen der Malpighischen Gefäße des Kieferrüsselkäfers (Hylobius abietis Fabr.) und vielleicht auch von dem Plasma der Glaukoma gelten. Eine mehr netz-spongiöse Architektur kommt den Chlorophyllkörpern der Johannisbeere und den Chlorophyllbändern der Spirogyra zu, nur dass sie hier sehr fein und etwas undeutlich ist und sich nach der Verwundung der Zelle bei der Streckung des Bandes in eine zarte Strichelung umwandelt.

Es sei hier noch der Lagerung der Granulationen gedacht. In den Alveolarwänden der Ananaserdbeerzellen kommen hier und dort nicht scharf umgrenzte mikrogranulaartige Verdichtungen vor, während an den Kreuzungspunkten der Struktur oder in den Zwickelwaben selbst Lamprogranula vorkommen, die manchmal die Wandung infolge der Spannungsverhältnisse entlang wandern und so in die Strukturhöhlung hineingelangen, falls sich die Zwickelwabe selbst nicht erweitert. Auch bei den Johannisserdbeerzellen wurde ein sekun-

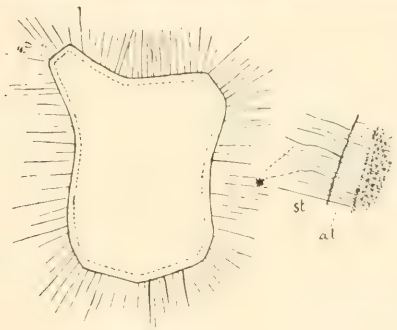


Fig. 17.

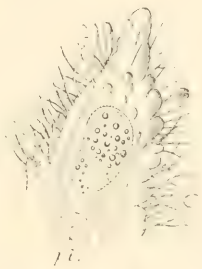


Fig. 18.

däres Vorspringen der Lamprogranula in die Strukturhöhlung hinein beobachtet. Die meisten Granulationen entstehen aber ursprünglich in den Knotenpunkten des Gerüstes und werden erst sekundär verlagert; nur die gröberen stoffwechselartigen Exkretkörnchen entstehen durch eine Art von Ausfällung in den Alveolen oder in den Räumen, zu denen sich die Nahrungsvakuole verkleinert oder durch Flüssigkeitsabgabe den Anlass giebt, und es ist gewiss zum großen Teil der Vorwurf Fischer's (Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas 1899 p. 275), als ob in diesem Sinne Bütschli das natürliche Protoplasma zu sehr schematisiert hätte, unberechtigt.

Zu gewissen Zeiten und auf besonders physiologisch gearteten Entwicklungsstufen kommen dem Protoplasma tierischer und pflanzlicher Zellen eigenartige Plasticitäts- und Oberflächenspannungsmomente zu, indem stellenweise die Molekularattraktionen gelockert werden und das Plasma plötzlich lange pseudopodiale Ausbildungen und Fäden aussendet. In diesem Sinne wurde von den peripheren Strahlen des Proto-

plasmabruchstückes aus einem Seeigelei, das sich auf dem Stadium der Hauptstrahlung vor der Vereinigung der Kerne befand, berichtet (Versuche mit Seeigeleiern, Zool. Anz. Bd. XXIII. 1900 Nr. 618); es sei hier nur die diesbezügliche Zeichnung nachgetragen (Fig. 17, *st* = Strahlen, *al* = Alveolarsaum). Das Phänomen deutet auf eine besondere Aenderung der Struktur im physikalischen Sinne vor der Befruchtung auf dem Strahlungsstadium hin. Ein unreifes Seeigelei sandte in $MnCl_2$-Lösungen nach 15 Minuten auch ähnliche, nur terminal geknöpfte Fäden aus einer minutiösen Alveolarschichte aus, während sich der Kern zu verändern anfing und der Nucleolus „Vakuolen" erhielt.

Durch plötzliche Erschütterungen und äußere mechanische Eingriffe erhält das Plasma oft einen eigenen Grad der Konsistenz; interessant ist in diesem Sinne das Verhalten des Plasmas der Bryopsis, die, verwundet, oft durch Erschütterungen plötzlich eruptivartig ganze Protoplasmamassen heraustreten lässt, — nach der Verwundung werden nun aus dem Protoplasmaballen gewissermaßen geißelartige Pseudopodien ausgesponnen, die langsame Schwingungen, ja Achsenrotationen ausführen und schließlich wie eine Volvoxgeißel mit einer terminalen Vakuolenbildung häufig zugrunde gehen.

Geradezu eine Fundgrube für zahlreiche Probleme der Protoplasmamechanik birgt aber das Plasma der Myxomyceten, das besonders auf den Altersstadien so ungemein vielgestaltig ist und deren kugelige walzige oder birnförmige, sitzende oder gestielte Sporenbehälter, sowie deren Capillitien und Aethalien bis jetzt vielfach einer physikalischen Erklärungsart spotten. In dem trockenen Sommer konnte ich leider nur wenige Myxomycetenexemplare finden und beschränke so meine Mitteilungen nur auf die folgende Notiz:

In dem lebenden Plasmodium von Stemonitis favoginea fluten die matte Hyalogranula, anscheinend vollkommen unbehindert, hin und her, von einer weiteren Struktur war nichts sichtbar; als die Lebensbedingungen ungünstiger wurden und sich die dunkelbraunen Sporangien eben an einzelnen Stellen traubig auszubilden begannen, nahm das Plasma eine festere, gerüstige Struktur an und jedes Teilstückchen von Protoplasma, das aus dem Verbande abgesprengt wurde, umgab sich alsbald mit einer Niederschlagsmembran, die aber in stachelartige Fortsätze eben wohl durch die festeren Strukturen beim Abtrennen ausgezogen wurde (Fig. 18. *pl* = Plasmainsel). Manchmal verschmolzen aber noch diese Stacheln, da ihre Oberfläche nicht rechtzeitig erstarrt war; oft zieht sich der Plasmainhalt noch einmal zurück und umgiebt sich mit einer allerdings schwächeren Hautschichte.

Bei zahlreichen Objekten giebt es ein Stadium, auf dem das Zellplasma, falls es die Konsistenz der Membranen gestattet, amöboid wird; die Ursachen dürften wohl in vielen Fällen im Innern der Zelle selbst zu suchen sein. Derartige Vorgänge kann man auf meh-

reren Entwicklungsstadien verschiedener Tiere beobachten; in diesem Sinne wurden genauer die pseudopodialen Umbildungen gewisser heller, mit lichtbrechenden Granulationen erfüllter Zellen später Furchungsstadien des Dinophilus apatris, die Korschelt schon zutreffend geschildert hat, untersucht; die Zellen wölben sich mehrfach vor, senden 1—2 buckelartige Pseudopodien aus, ihre Peripherie wird undeutlicher, ja es werden einzelne Körnchen ausgestoßen, um wieder fast alle nach einiger Zeit aufgenommen zu werden — schließlich ziehen sich die Pseudopodbildungen zurück und die Zellen gewinnen wieder ein normales Aussehen; das Phänomen kann sich mehrmals wiederholen.

Bezüglich der Untersuchungen über die Regeneration der Algen erlaube ich mir an dieser Stelle Herrn Professor Dr. R. von Wettstein, in dessen Institut sie ausgeführt wurden, für die mannigfache Unterstützung und Anregung meinen Dank auszusprechen.

Wien, Oktober 1900. [90]

O. Schmeil, Lehrbuch der Zoologie.

Lehrbuch der Zoologie für höhere Lehranstalten und die Hand des Lehrer. Von biologischen Gesichtspunkten aus bearbeitet von Dr. Otto Schmeil. Mit zahlreichen Abbildungen und Originalzeichnungen von Tiermaler A. Kull.

3. Aufl., 8°, XIII u. 440 S., Erwin Nägele, Stuttgart u. Leipzig, 1900.

Schmeil's Zoologie hat seit ihrem ersten Erscheinen (1899) in anderthalb Jahren schon 3 Auflagen erlebt, was deutlich genug zu Gunsten ihres Wertes und ihrer praktischen Brauchbarkeit spricht. In der Vorrede äußert der Verf. seine Ueberzeugung dahin, „dass an Stelle des vollkommen veralteten, rein deskriptiven Unterrichts eine morphologisch-physiologische oder kurz biologische Betrachtungsweise“ treten müsse. „Nur dadurch ist es meiner Ansicht nach möglich, den naturgeschichtlichen Unterricht zu einer Disziplin um- und auszugestalten, die erstlich an Bildungswert keiner anderen nachsteht, die ferner dem Schüler — soweit dies nach Maßgabe seiner Kräfte und unseres derzeitigen Wissens möglich ist — ein wirkliches Verständnis der Natur und ihrer Erscheinungen zu erschließen vermag, und die endlich dem Natursinne der Jugend eine kräftige und nachhaltige Anregung zu geben im stande ist.“

Die Auswahl und Behandlungsweise des Stoffes ist diesem praktischen Zwecke durchaus angepasst. Nach einer zugleich als Tabelle dienenden Uebersicht der hauptsächlichen Kreise, Klassen und Ordnungen werden als typische Repräsentanten der einzelnen Familien einige wenige Gattungen und Arten ausgewählt und in möglichst anschaulicher Weise beschrieben, wobei der biologische Gesichtspunkt als Leitung dient. Die vom Verfasser gewählte teleologische Ausdrucksweise erleichtert dem Schüler wesentlich das Verständnis der betreffenden Erscheinungen; bei manchen der in den Text verwebten Fragen hätte Ref. allerdings eine andere als die vorliegende Fassung vorgezogen[1]).

1) Auch einige kleine sachliche Berichtigungen, besonders zu dem Abschnitte über die Ameisen, wären zu geben. Es ist nicht richtig, dass man nicht weiß, welche Gegendienste die Ameisengäste ihren Wirten leisten; ferner,

Die zahlreichen Abbildungen sind meist vortrefflich, die ganze Ausstattung zweckmäßig, zudem der Preis des Buches (4 Mark) ein sehr bescheidener.

Wasmann.

Dr. K. Goebel, Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und der Samenpflanzen.

Zweiter Teil, 2. Heft, Verlag von G. Fischer, Jena 1900.

Dem im Jahrgang XIX. dieser Zeitschrift, p. 236 angekündigten ersten Heft von dem speziellen Teil des Goebel'schen Werkes ist noch vor Schluss des Jahres 1900 das zweite Heft gefolgt. Dasselbe bedeutet, wie die vorher erschienenen Teile des Buches, einen entschiedenen Fortschritt auf dem Wissensgebiete der Pflanzenmorphologie, welches der Verfasser seit Jahren bearbeitet. Man wird sich dieses Umstandes recht deutlich bewusst, wenn man den naheliegenden Vergleich zieht zwischen den Abschnitten über die Morphologie der Pteridophyten in Goebel's Organographie und der Bearbeitung, welche der gleiche Gegenstand vor kurzem in Engler's und Prantl's natürlichen Pflanzenfamilien erfahren hat.

Das erste Heft des speziellen Teiles war den Bryophyten gewidmet. Das vorliegende zweite beginnt mit der speziellen Organographie der Pteridophyten und der Samenpflanzen. Entsprechend der Natur der inhaltsreichen Arbeit, deren allgemeine theoretische Grundlagen bereits in einem früheren Heft des biologischen Centralblattes[1]) vom Referenten besprochen worden sind, muss das Referat sich auf eine kurze Uebersicht des Gebotenen beschränken und es dem näher interessierten Leser überlassen, sich über die außerordentlich reichhaltige Darstellung der Beobachtungsthatsachen, welche zum Teil auf bisher nicht mitgeteilten Untersuchungen des Verfassers beruht, durch Einsicht des Originals zu orientieren.

Der erste Abschnitt behandelt die Geschlechtsgeneration der Gefäßkryptogamen. Die vergleichende Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane führte dabei den Verfasser zu dem Schluss, dass der Bau und die Entwicklung der Sexualorgane bei den Bryophyten und Pteridophyten zwar in den Grundzügen übereinstimmt, dass aber doch durchgreifende Unterschiede vorhanden sind, und dass also die beiden Gruppen, phylogenetisch gesprochen, sich als zwei verschiedene Reihenkomplexe darstellen, die schon sehr frühzeitig von einander ähnlichen Urformen entspringend, getrennte Bahnen eingeschlagen haben. Die Gestaltungsverhältnisse der Prothallien, welche nach einer allgemeinen Einleitung für die einzelnen Abteilungen der Pteridophyten besonders geschildert und diskutiert werden, lassen Zusammenhänge erkennen. Der Verfasser sieht dieselben aber nicht als einen Beweis für das Vorhandensein einer einheitlichen phylogenetischen Reihe an, er ist vielmehr der Ansicht, dass es sich hier wenigstens in vielen Fällen wie bei den Lebermoosen um Parallelbildungen handelt.

Den weitaus größeren Teil des Heftes füllt der zweite Abschnitt, welcher die Vegetationsorgane der ungeschlechtlichen Generation bei Pteridodass besonders ausländische Arten Sklavenzüge unternehmen; ferner, dass die Ameisen durch ihren dünnen und glatten Körper zur Blütenbestäubung ungeeignet sein (Flügellosigkeit!).

1) Jahrg. XVIII, p. 273.

phyten und Samenpflanzen behandelt. Die Entwicklung, Morphologie und Biologie von Wurzel und Spross mit Blattbildung und Verzweigung findet in diesem Abschnitt eine gründliche und umfassende Darstellung, wie sie bisher weder in der deutschen noch in der ausländischen Litteratur zu finden war.

Von dem vom Verfasser eingenommenen Standpunkte aus und im Lichte der durch neue Untersuchungen gewonnenen Aufklärungen erscheinen darin auch alte, längst bekannte Beobachtungsthatsachen in neuer, oft überraschender Deutung, so dass es schwer ist, für ein Referat einzelne Punkte der Darstellung herauszufinden, welche geeignet wären, dem Leser auch nur annähernd einen Begriff von der Originalität und Reichhaltigkeit des Inhaltes zu verschaffen. Mit Rücksicht auf diesen Umstand mögen die im nachfolgenden gegebenen kurzen Notizen über den Gedankengang des Verfassers angesehen werden.

Wenn im allgemeinen Teil Wurzel und Spross als die wichtigsten Vegetationsorgane der höheren Pflanzen bezeichnet werden, so weist hier zunächst der Verfasser darauf hin, dass neben diesen wichtigsten Organen namentlich bei Pflanzen, welche unter eigenartigen Bedingungen leben, auch noch andere Vegetationsorgane auftreten können, er rechnet dahin die Hapteren der Podostemaceen, die Ranken von *Smilax* und die Haustorien der phanerogamen Parasiten, neben welch letzteren in typischen Fällen alle übrigen Vegetationsorgane durch starke Rückbildung bis auf die Blütensprosse verschwinden können. Auch die Wurzelträger der Selaginellen ist Verfasser geneigt, für Organe *sui generis* zu halten, obwohl er die Deutung derselben als haubenloser Wurzeln oder als blattloser Sprosse nicht ganz von der Hand weist. Im Anschluss an die Besprechung dieser gewissermaßen zwischen Wurzel und Spross stehenden Vegetationsorgane folgt eine Betrachtung über das sogenannte Protokorm der Lycopodinen, welche dem Verfasser Gelegenheit giebt, auf ähnliche Bildungen bei den Keimlingen einiger Angiospermen hinzuweisen. Wirkliche Uebergänge zwischen Wurzel und Spross sind nicht vorhanden, die Umbildungen von Wurzeln in Sprosse stellen nach Goebel nur einen Spezialfall, ein Terminalwerden wurzelbürtiger Sprosse dar; wirkliche Umbildung eines Sprossgipfels in eine Wurzelspitze ist bis jetzt nicht nachgewiesen worden. In einem Abschnitt über freilebende Vegetationsorgane konstatiert Goebel, dass neben dem bekannten Vorkommen wurzelloser Sprosse auch Wurzelsysteme existieren, welche nicht einem Spross entspringen und zeitweilig sprosslos vegetieren. Er rechnet dahin die unterirdischen Vegetationsorgane von *Monotropa* und von *Pirola uniflora*. Die Vegetationsorgane von Lemna bezeichnet er als selbständig lebende Blätter. Auch die Wasser-Utrikularien bieten ein auffallendes Beispiel für ein freilebendes Blatt, dem allerdings in Beziehung zu seiner eigenartigen Lebensweise die Eigenschaften des typischen Laubblattes ganz verloren gegangen sind. Die Utrikularien bieten, wie ja aus früheren Untersuchungen Goebels bekannt ist, zugleich exquisite Beispiele für die Umbildung von Blättern zu Sprossen. Die ähnlichen Vorkommnisse bei Farnen ist der Verfasser geneigt, als ein Terminalwerden der bei dem Farnwedel so häufig auftretenden blattbürtigen Adventivsprosse, also nicht als eine Umwandlung des einen Organs in das andere, sondern als terminale Neubildung aufzufassen. Den Schluss des allgemeinen Abschnittes zur Charakteristik der

Vegetationsorgane bildet ein umfang- und inhaltsreiches Kapitel über die Organbildung am Embryo. Bezüglich der Orientierung der Organe am Embryo wird für eine Reihe von Fällen nachgewiesen, dass Wurzel, Spross und Haustorium am Keimling in derjenigen Anordnung auftreten, welche für ihre Funktion die vorteilhafteste ist. Bei der Besprechung des Keimlings der Samenpflanzen sind den unvollständigen Embryonen und den Embryonen viviparer Pflanzen besondere Abschnitte gewidmet.

Die Einzeldarstellung der Vegetationsorgane beginnt mit der Wurzel, bei deren Besprechung der Abschnitt über metamorphosierte d. i. besonderen Funktionen angepasste Wurzeln ein hervorragendes Interesse in Anspruch nimmt. Der Verfasser findet darin Gelegenheit, zu der von Westermeier ausgesprochenen Ansicht über die morphologische Natur der Pneumatophoren von *Sonneratia* Stellung zu nehmen. Auch die Korallenwurzeln der Cycadeen erscheinen in des Verfassers Darstellung als Pneumatophoren, in denen das bekannte Auftreten der Raumparasiten nur eine mehr zufällige Erscheinung ist. Des weiteren werden in diesem Abschnitt die Assimilationswurzeln und die sprossbildenden Wurzeln der Podostemaceen, ferner die humussammelnden, assimilierenden und als Haftorgane dienenden Wurzeln der Epiphyten, die Haftwurzeln der Kletterpflanzen, die Wurzeldornen und die Speicherwurzeln besprochen, ihre Formbildung und die Beziehung derselben zum Funktionswechsel an Beispielen erläutert.

In der dem Spross gewidmeten Darstellung ist naturgemäß zuerst die Blattbildung in einem gesonderten Abschnitt behandelt, während ein zweiter Abschnitt die Verzweigung und Arbeitsteilung der Sprosse bespricht. Der erstere Abschnitt beschäftigt sich zunächst mit dem chlorophyllhaltigen, assimilierenden Laubblatt. Dasselbe steht wie kein anderes Organ des Pflanzenkörpers in gleichem Grade zu der Außenwelt in den mannigfaltigsten Beziehungen und zeigt dementsprechend in Bezug auf Entwicklungsgang, Formgestaltung und anatomischen Bau die wechselvollsten Verhältnisse. Als der Grundgedanke, der die ganze Darstellung beherrscht, darf wohl der Satz angesehen werden, „dass zwischen den verschiedenen, oft im fertigen Zustand weit von einander abweichenden Blättern einer Pflanze (Laubblättern in verschiedener Ausbildung, Hochblättern, Niederblättern etc.) ein genetischer Zusammenhang besteht, d. h., dass der Entwicklungsgang ursprünglich für alle Blätter derselbe ist, aber früher oder später bei manchen Blattformen in andere Bahnen gelenkt werden kann.“ Die ersten Paragraphen des Abschnittes behandeln nach einer allgemeinen Einleitung über die äußere Gliederung des Blattes die Entwicklungsgeschichte des Blattes. Es mögen die Kapitel über die Wachstumsverteilung im Blatt, über die Beziehungen der Blattentwicklung zur Knospenlage und zur Nervatur als besonders reich an neuen Auffassungen und interessanten Einzelheiten hervorgehoben sein. Ein weiterer Abschnitt schildert Beziehungen zwischen Blattgestalt und Lebensverhältnissen. Dabei werden unter anderen Anpassungen der Laubblätter an Wasseraufnahme die Aphlebien von *Hemitelia capensis* als der Wasseraufnahme dienende Blattfiedern geschildert. Das Vorkommen verschiedener Laubblattformen an derselben Pflanze wird durch Vorführung des Details zahlreicher Beispiele biologisch verständlich gemacht. Nachdem dann noch Nebenblätter, Ligula und ähnliche Bildungen nach ihrer Entstehung und biologischen Deutung behandelt worden sind, wendet sich der Verfasser zu der Be-

trachtung der umgebildeten Blätter, unter denen er den nachstehenden Kategorien eine besondere Behandlung widmet: 1. Vorblätter, 2. Niederblätter, 3. Speicherblätter, 4. Kotyledonen, 5. Blätter als Kletterorgane, 6. Blattdornen, 7. Nektarien.

Der Abschnitt über die Verzweigung und Arbeitsteilung des Sprosses beginnt mit einer Diskussion des Verhältnisses von Deckblatt und Achselspross. Als typischer vegetativer Spross wird der Assimilationsspross angesehen, aus ihm können bei Funktionswechsel metamorphosierte Sprosse, wie Dornen, Ranken etc. hervorgehen. Zu unterscheiden sind unter den Sprossen, welche als Vegetationsorgane fungieren, die oberirdischen oder photophilen Sprosse, und die geophilen Sprosse. Unter den ersteren unterscheidet der Verfasser die orthotropen radiären Formen und ihre Umbildungen wie Phyllocladien, Dornen, Speichersprosse, Kletterhaken und Ranken. Unter den plagiotropen Sprossen werden hauptsächlich die Ausläufer der perennierenden Kräuter mit aufrechten Blütensprossen in Bezug auf ihre biologischen Verhältnisse eingehender behandelt, da die plagiotropen Seitenachsen der Holzgewächse und die plagiotropen Sprosse der Wurzelkletterer bereits früher in anderem Zusammenhange Erwähnung gefunden haben. Unter der Bezeichnung als geophile Sprosse werden endlich diejenigen vegetativen Sprosse betrachtet, welche ihre Erneuerungsknospen unterirdisch anlegen. Die Bildung geophiler Sprosse ist oft als eine Anpassung an eine durch Kälte, Trockenheit u. a. m. bedingte Unterbrechung der Vegetation anzusehen. Die Betrachtung der Mittel, welche die Pflanze anwendet, um ihre geophilen Sprosse unter die Erde, die photophilen unbeschädigt ans Licht zu bringen, giebt zu mancherlei interessanten Erörterungen über die wechselnde geotropische Reizbarkeit und ihre Abhängigkeit von Stoffwechselvorgängen Veranlassung. **K. Giesenhagen.** [41]

Garten, Siegfried, Dr. med. Beiträge zur Physiologie des elektrischen Organs der Zitterrochen.

Des XXI. Bd. d. Abhandlungen der math. phys. Klasse d. kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. Nr. V. Mit 1 Lichtdr. u. 3 lithogr. Taf. Leipzig, B. G. Teubner, 1899. Quart, 116 S.

Zur Entscheidung der Frage, ob die elektromotorischen Wirkungen der elektrischen Organe bei Torpedo in letzter Linie auf die Nervenendigungen, oder auf die im Organ enthaltenen, vom Muskel abstammenden Teile zu beziehen sind, untersuchte Garten das elektrische Verhalten der elektrischen Organe von Torpedo nach Durchschneidung der zugehörigen Nerven, ferner nach Einwirkung von Curare und Veratrin. Nach der Nervendurchschneidung wurde das Organ ungefähr 20 Tage post operationem direkt und indirekt unerregbar, gleichzeitig schwand die sogenannte Irreciprocität des Widerstandes und der sonst beim Erhitzen auftretende Organstrom. Die Ganglienzellen des *Lobus electricus* lassen Degeneration erkennen, ferner tritt an den zum elektrischen Organe ziehenden Nerven gleichzeitig mit der Unerregbarkeit auch die Unfärbbarkeit der Axenzylinder auf (Bethe). An den Nervenendausbreitungen konnte erst am

37. Tage nach der Durchschneidung der erste Beginn einer Degeneration beobachtet werden.

Curare gab bei entsprechend hohen Dosen (7,5—12,5 degr!) vollständige Unerregbarkeit für direkte und indirekte Reize, ferner gleichfalls Schwinden der Irreciprocität und des Organstromes beim Erhitzen.

Um die Konkurrenz der Ermüdung auszuschalten, wird bei den Curare-Versuchen zuerst die einseitige Nervendurchschneidung gemacht; denn schwache Curarisierung ruft eine ausgesprochene Steigerung der Reflexthätigkeit hervor. Veratin entfaltet typische Wirkungen auf das elektrische Organ, da Torpedo für dieses Alcaloid sehr empfindlich ist, wie die Veratrinkurven vom Herzen und der Stammesmuskulatur zeigen. Häufig tritt schon bei kleinen Veratrindosen komplette Unerregbarkeit des elektrischen Organes ein. Am Rheotom und Galvanometer zeigt sich nach schwacher Vergiftung eine äußerst rasche Ermüdbarkeit, sodass der Schlagverlauf mit dem Kapillarelektrometer beobachtet werden musste. Die Schlagkurven-Photogramme zeigen nach dem rasch ablaufenden Schlage noch eine lange anhaltende Elektrizitätsentwicklung, sodass diese Kurvenformen eine ausgesprochene Aehnlichkeit mit den bekannten Veratrinmuskelkurven aufweisen.

Während die Veratrinversuche auf die muskulären Elemente des elektrischen Organes als die elektromotorisch wirksamen Anteile der Platte hinweisen, glaubt Vf., dass die Versuchsergebnisse nach Nervendurchschneidung und Curaresierung einer solchen Auffassung widersprechen. Zur Klärung dieser anscheinenden Widersprüche hat Garten den Einfluss des Veratrins auf das elektromotorische Verhalten des Nerven untersucht. (Garten, S., Ueber das elektromotorische Verhalten von Nerv und Muskel nach Veratrinvergiftung. Pflüger's Arch. 77 Bd. 1899.) Nach diesen Untersuchungen zeigen die marklosen Nerven am Olfactorius des Hechtes nach Veratrinvergiftung ein ganz ähnliches Verhalten bezüglich der negativen Schwankung, wie der Schlagverlauf des elektrischen Organes von Torpedo nach Veratrinisierung. Auch am markhaltigen Froschnerven beeinflußt Veratrin die Vorgänge in der Weise, dass die durch eine Reizung bedingte Abnahme des Demarkationsstromes sich nur äußerst langsam ausgleicht. Um die Erscheinungen am veratrinisierten Nerven mit denen am Muskel vergleichen zu können, wurde am mit Veratrin vergifteten Frosch-Sartorius gleichzeitig die mechanische und elektromotorische Zustandsänderung photographisch verzeichnet. Aus den Kurven vor und nach der Ermüdung zeigt sich eine zeitliche Unabhängigkeit zwischen den mechanischen und elektrischen Vorgängen am Veratrinmuskel.

Nach den Untersuchungen am Veratrin-Nerven glaubt Garten annehmen zu können, dass die Nervenendausbreitung selbst, oder ein funktionell innig mit derselben verbundenes Gebilde das elektromotorisch Wirksame im elektrischen Organe des Zitterrochens darstellt; dafür soll auch besonders die nach Nervendurchschneidung rasch auftretende indirekte und namentlich direkte Unerregbarkeit des Organes sprechen. [29]

R. F. Fuchs (Erlangen).

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. März 1901.** **Nr. 6.**

Inhalt: **Plate**, Ein moderner Gegner der Descendenzlehre. — **Lauterborn**, Der Formenkreis von *Anuraea cochlearis*. — **Rengel**, Zur Biologie des *Hydrophilus piceus*. — **v. Lendenfeld**, Planktonuntersuchungen im Großteiche bei Hirschberg. — **Manchot**, Ueber freiwillige Oxydation. — **Imhof**, Ocelli der Insekten.

Ein moderner Gegner der Descendenzlehre.

Eine kritische Besprechung.

Von Prof. **L. Plate**, Berlin.

(Schluss.)

4. Die vergleichende Anatomie lehrt uns eine Fülle von Organen kennen, welche bei verwandten Species in wechselnder Höhe der Ausbildung angetroffen werden, in der Weise, dass sie sich zu einer fortlaufenden Reihe mit zunehmender resp. mit abnehmender Komplikation anordnen lassen. Das Handskelett der Säuger mit seinen Uebergängen von der pentadactylen Grundform bis zum einfingerigen Pferdefuß ist hierfür ein geläufiges Beispiel. Fl. schildert dasselbe ausführlich, weigert sich aber, daraus den Schluss zu ziehen, dass die Formen genetisch zusammenhängen, sondern sieht darin nur eine wechselnde Ausdrucksweise desselben „Stiltypus“. Hier finden wir also wiederum einen völligen Verzicht auf jede Erklärung, denn Stiltypus bedeutet nichts weiter als Aehnlichkeit. Der Ausdruck ist sogar weit schlechter als dieser, denn abgesehen davon, dass man hierbei stets an den Stilisten, an den Künstler oder Schöpfer, dessen Eigenart eben jener Stil ist, erinnert wird, verknüpft man mit dem Ausdruck Stil die Vorstellung einer künstlerischen Normalidee, eines Ideals, welches in dem Kunstwerk in dieser oder jener Form zum Ausdruck gebracht wird. Davon kann aber bei den Organismen einer Gruppe nicht die Rede sein. Es giebt keinen Ideal-Schwamm, kein ideales Wirbeltier oder Arthropod, dem die einzelnen Species möglichst nahe zu kommen

suchen, sondern im Gegenteil, das Prinzip der phyletischen Entwicklung ist eine sich fortwährend steigernde Arbeitsteilung und Differenzierung, eine stetig zunehmende Unähnlichkeit. Der Ausdruck „Stilplan“ oder „Stiltypus“ ist also zu verwerfen, weil der Zusatz „Stil“ einerseits nichts erklärt, andererseits aber völlig irrige Vorstellungen erwecken muss. — In dem Abschnitt über das „Paradepferd“ der Descendenztheorie finden wir zu unserer freudigen Ueberraschung das Zugeständnis (p. 69): „Wer das Fußskelett der Pferdeformen vergleicht, wird die Berechtigung der Stammbäume nicht bestreiten wollen.“ Die Freude ist aber nur von kurzer Dauer, denn Fl. argumentiert weiter: man könnte irrtümlicher Weise auch das Handskelett des Menschen, Hundes, Schweins, Kameels und Pferdes zu einer Reihe anordnen. Es genügt also nicht, eine solche Entwicklungsreihe nur für ein Organ aufzustellen, sondern es müssen möglichst viele Organe berücksichtigt werden. Diesen Anforderungen aber soll die Palaeontologie der fossilen Pferde nicht gerecht werden. Dies Ergebnis berührt um so auffallender, als Fl. selbst die bekannte Abbildung von Marsh abdruckt, auf welcher nicht nur die Umbildung der Zehen, sondern auch die der Ulna, Fibula und Zähne dargestellt ist. Auf p. 74 giebt er ferner die Abbildungen der Schädel des *Palaeotherium*, *Mesohippus*, *Anchitherium*, *Hipparion*, *Equus*, an denen sich sehr schön die allmähliche Entstehung des Postorbitalbogens und überhaupt der definitiven Schädelform verfolgen lässt. Alles dieses befriedigt Fl. nicht. Er schließt: „Die Abstammung des Pferdes ist also nicht mit der einer exakten Beweisführung geziemenden Präcision festgestellt.“ Leider vermissen wir bei Fl. jeden Versuch, uns für das Licht der Descendenzlehre einen Ersatz zu schaffen. Irgend einen Schluss muss doch ein denkender Naturforscher aus diesem reichen Schatz fossilen Materials ziehen. Man mag bedauern, dass diese stummen Zeugen längst verflossener Erdperioden nicht eine noch deutlichere Sprache reden, aber man kann sie deshalb nicht ignorieren. Will man ihnen nicht rat- und verständnislos gegenüberstehen, welchen anderen Schluss kann man dann ziehen als den, dass sie in großen Zügen eine phyletische Transformationsreihe darstellen?

Aus der vergleichenden Anatomie der recenten Formen behandelt Fl. noch folgende Fragen. Die Entstehung der Fingerhand aus der Fischflosse, wobei er mit Recht zu dem Resultat kommt, dass die Gegenbaur'sche Archipterygium-Theorie noch ein dunkles Gebiet der Forschung ist. Ich vermisse hier jedoch den Hinweis auf die große Umbildungsfähigkeit der Flossen, wie sie namentlich bei Bodenformen (armartige Knickung bei Pediculaten) beobachtet wird. Fl. giebt zu, dass bei Dipnoern die Schwimmblase in Intervallen mit Luft gefüllt wird. „Infolgedessen spielt hier die Schwimmblase die Rolle eines Atemorgans, oder, wie man sich auch fälschlicher Weise ausdrückt, sie stellt eine Lunge vor.“ Falsch soll diese Auffassung sein,

weil ein einzelnes Organ nach Fl. nichts besagt und weil wir nicht im stande sind, nachzuweisen, wie ein vollständiger Fischorganismus sich in ein lungenatmendes Lebewesen umgewandelt hat. Fl. vergißt, dass dieser Prozess sich doch allmählich abgespielt haben muss, nicht für alle Organe gleichzeitig, und dass wir froh sein können, wenn wir an den recenten Formen noch ein Stadium desselben an einem Organ verfolgen können. Mit *Peripatus*, dessen gleichzeitiger Besitz von Tracheen und Segmentalorganen Fl. sehr unangenehm sein muss, findet er sich in der folgenden Weise ab (p. 242): „*Peripatus* würde Kraft dieser Eigenart zu den Gliederwürmern nähere Beziehungen haben und eine Etappe der Stammesgeschichte versinnbildlichen, auf welchem die Bildung der Atmungsorgane nach dem Insektentypus bereits eingeleitet war und die Entfernung der Gliederwurmexcretionsorgane noch nicht begonnen hatte, nur schade, dass sich bei den Insekten gar keine Spuren des ehemaligen Besitzes der gleichen Organe finden." Also hier verlangt derselbe Fl., welcher sich hartnäckig sträubt, die Schlundspalten der Amnioten als Reste der Schlundspalten der Anamnier und die Griffelbeine des Pferdes als Spuren ursprünglich wohl ausgebildeter Zehen anzusehen, plötzlich nach den „Spuren des ehemaligen Besitzes"! Welche Inkonsequenz! Seine Behauptung, „das Nervensystem von *Peripatus* fällt gar nicht in den morphologischen Typus der Gliedertiere", ist einfach falsch, denn bei den Archianneliden wird bekanntlich das Bauchmark wie bei *Peripatus* von zwei ungegliederten Marksträngen gebildet.

Leider benutzt Fl. nur in unvollkommener Weise den reichen Schatz von Thatsachen, welche die vergleichende Anatomie dem Descendenzforscher darbietet. Die Worte „rudimentäres Organ" kommen, soweit ich mich erinnere, in dem ganzen Buch überhaupt nicht vor, geschweige dass die Erscheinungen der Rückbildung zum Gegenstande einer besonderen Besprechung gemacht werden. Und welchen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhält die Abstammungslehre doch schon allein durch dieses eine Kapitel der nutzlosen Organe. Wir erfahren nichts darüber, dass man fast innerhalb jeder größeren Familie die verschiedensten Organe zu Parallelreihen mit steigender Organisationshöhe anordnen kann[1]). Auch das Prinzip des Funktionswechsels — man denke an den Pinguinflügel — wird nicht erörtert.

5. Das Studium der geographischen Verbreitung der Tiere hat uns mit einer Fülle von Thatsachen bekannt gemacht, die nur auf dem Boden der Abstammungslehre bis zu einem gewissen Grade verständlich sind. Der Gegensatz dieser Theorie ist die Schöpfungslehre,

1) In dem Schlussteil meiner „Anatomie und Phylogenie der Chitonen" (Fauna chilensis Bd. II, Suppl. d. zool. Jahrb.), welcher in wenigen Wochen erscheint, habe ich diese parallele Organentwicklung ausführlich geschildert.

welche die Organismen und ihre Gesetze als nicht weiter erklärbare Werke der göttlichen Weisheit hinnimmt. Fl. behauptet zwar (p. 15), dieser Gegensatz zwischen Schöpfungs- und Abstammungslehre sei eine „nach der falschen Regel der alten Scholastik aufgestellte Alternative". Worin aber der Irrtum steckt, verschweigt er. Indem die Erforschung der geographischen Verbreitung viele Thatsachen aufdeckte, die sich mit der Schöpfungslehre nicht vereinigen lassen (z. B. dass Amphibien auf oceanischen Inseln, wo sie sehr gut gedeihen würden, fehlen; dass isolierte Gebiete endemische Formen besitzen), hat sie damit indirekt der Abstammungslehre neues Beweismaterial geliefert. Letztere stüzt sich weiter auf die vielen geographischen und lokalen Rassen von Tieren mit großem Verbreitungsgebiet, weil sie darthun, dass die Organismen sich entsprechend den jeweiligen Existenzbedingungen verändern. Auch dieses große Kapitel verschweigt Fl. seinen Zuhörern vollständig.

6. Um so eingehender beschäftigt er sich mit der Palaeontologie, weil er hier mit Leichtigkeit den Beweis erbringen kann, dass die Fossilien nur eine höchst lückenhafte Sprache reden. Dass aber aus ihnen keine einzige Thatsache entlehnt werden kann, welche gegen die Abstammungslehre spricht, wohl aber sehr viele, welche für sie Zeugnis ablegen, davon finden wir bei Fl. kein Wort. Ich habe schon oben seinen Standpunkt charakterisiert, nur das für wahr zu halten, was durch einen „Augenzeugen" beglaubigt wird. Es erinnert dies an ein famoses Gesetz, welches in Chile existiert, wonach nur der als Mörder gilt, der so freundlich war, in Gegenwart von zwei andern Personen jemanden umzubringen. Sehr charakteristisch ist es, wie Fl. die Bedeutung der *Archaeopteryx lithographica* herabzusetzen sucht (p. 101). „Aus dieser kurzen Uebersicht, welche sie nach den Abhandlungen von R. Owen und W. Dames leicht vervollständigen können, geht unleugbar hervor, dass die *Archaeopteryx* neben vielen wahren Vogelcharakteren, z. B. dem Federkleide, der Fußbildung, andere innerhalb der jetzt lebenden Vogelklasse nicht vorkommende Eigenschaften besitzt, z. B. die lange Schwanzwirbelsäule, das flache Brustbein, die bikonkaven Wirbel und infolgedessen nicht ein vermittelndes Uebergangsglied sein kann." Also weil offenbare Reptiliencharaktere mit den Merkmalen eines Vogels an demselben Tier vorkommen, deshalb soll dasselbe keine Zwischenform sein! Mit dieser Logik dürfte Fl. allein stehen, denn als Zwischenformen werden bekanntlich gerade solche Organismen bezeichnet, welche die Charaktere zweier Gruppen in sich vereinigen; je nach dem numerischen Verhältnis dieser Merkmale werden die betreffenden Geschöpfe dann zu der einen oder zu der anderen Gruppe gerechnet, falls man es nicht vorzieht, ihnen eine Sonderstellung im System einzuräumen. Bei der *Archaeopteryx* sprechen die meisten Organisationszüge für die Zugehörig-

keit zu den Vögeln, aber damit wird der Charakter der Uebergangsform nicht aufgehoben. Dieser Urvogel verliert auch nicht dadurch an Bedeutung, wie Fl. meint, dass er wegen einiger spezifischer Eigentümlichkeiten als ein Seitenzweig des Vogelstammbaums gilt, der sich nicht direkt zu den recenten Vögeln weiter entwickelt hat, denn wir folgern mit Recht aus den zwei überlieferten Exemplaren auf eine ganze Ordnung von Urvögeln, welche unter sich nicht völlig gleich waren und von denen ein Teil die Vorfahren der jetzt lebenden *Aves* darstellt. Freilich ein „Augenzeuge" ist nicht dabei gewesen. — Von palaeontologischem Material behandelt Fl. ferner die in slavonischen Süßwasserablagerungen gefundenen Paludinen im Anschluss an Neumayr. Obwohl wir es hier mit einem glänzenden Beispiel einer allmählichen Umgestaltung von einfachen Formen zu komplizierten zu thun haben, und obwohl weder ein anderer Forscher noch er selbst die Neumayr'schen Schlüsse zu widerlegen vermocht hat, behauptet Fl. kühn: „Wer jedoch tiefer in das schwierige Detail solcher Darlegungen eindringt, erkennt, dass die scheinbar beweisende Sprache der versteinerten Schneckenurkunde eigentlich nichts besagt" (p. 148).

Auf die Steinheimer Obermiocäne Formengruppe des *Planorbis multiformis* gehe ich etwas näher ein, weil Fl. aus diesem glänzenden Beweismaterial keinen andern Schluss zu ziehen weiß, als „dass nicht die Thatsachen als solche uns zwingen, eine bestimmte Meinung zu hegen, sondern dass in der Ordnung fossiler Schneckenschalen lediglich das persönliche Ermessen des jeweiligen Untersuchers entscheidet". Wer weiß, mit wie viel Liebe und Sorgfalt Hilgendorf[1]) zu sechs verschiedenen Malen dieses klassische Terrain untersucht hat und dass Hyatt[2]), der nach Hilgendorf am gründlichsten dasselbe Problem bearbeitet hat, im wesentlichen zu denselben Resultaten gekommen ist, den muss dieses vernichtende Urteil Fl.'s im höchsten Maße befremden. Hyatt fand ebenfalls sichere Uebergänge von *Pl. steinheimensis|tenuis*, von *tenuis|discoideus* und *minutus|costatus*, die sämtlich von Sandberger geleugnet worden waren. Beide Forscher nehmen die folgenden Entwicklungsreihen an:

1. *steinheimensis—tenuis—discoideus—trochiformis;*
2. *oxystomus—supremus*;
3. *parvus—crescens;*
4. *minutus—triquetrus*;
5. *minutus—costatus.*

1) Siehe Hilgendorf's diesbezügliche Abhandlungen und Aufsätze in: Monatsber. Berlin. Akad. Wiss., Juli 1866; Z. d. deutsch. geol. Ges. 1867, 2 Aufsätze; Ber. d. Naturforscherversammlung, München 1877; Ber. Ges. nat. Freunde, Berlin, Dez. 1877 und Juni 1881; Kosmos 5. 1879 p. 10 u. 90.

2) Hyatt in: Anniversary Memoirs of Boston Soc. nat. Hist. 1880 und Proc. Amer. Ass. Advancement of Sc. Vol. XXIX, Boston Meeting. 1880.

Da Hyatt auf die Ableitung von *elegans*, *rotundatus*, *kraussii*, *pseudotenuis* nicht eingeht, so weicht er im wesentlichen nur in zwei Punkten von Hilgendorf ab; nämlich er leitet die erste und zweite Reihe von einer gemeinsamen Grundform *levis* ab, während Hilg. die zweite an die erste anschließt; ferner leitet er *denudatus* von *minutus* ab, während Hilg. zwischen diese beiden Arten als Zwischenform noch *costatus* einschiebt. Dies sind sicherlich geringfügige Unterschiede bei 13 genetisch zu verbindenden Arten, aber trotzdem bauscht Fl. dieselben auf, indem er seinen Zuhörern klar macht, die Stammbaumentwürfe der beiden Forscher seien „recht verschieden ausgefallen". Diese Gegensätze besagen um so weniger, als Hyatt in der Kardinalfrage, ob hier eine phyletische Reihe vorliegt oder nicht, ganz so denkt wie Hilg. und von diesen Formen betont, dass sie „exhibit the fullest and perhaps one of the most complete series of genetically connected forms, which it is perhaps possible to obtain" (p. 5). Fl. sucht diese descendenztheoretische Bedeutung des *Planorbis multiformis* herabzuziehen[1]), indem er seine Zuhörer in die Kontroversen einweiht, welche sich an ihn knüpfen. Er citiert Miller[2]), welcher behauptet, dass der Stammbaum des *Planorbis multiformis* „stratigraphisch nicht erweisbar" sei. Es ist mir nach dem Studium der Litteratur ganz unverständlich, wie Miller so etwas behaupten kann, da doch Hilg.'s sehr genaue Angaben zum großen Teil von Hyatt bestätigt worden sind und da selbst Sandberger[3]), Hilg.'s schärfster Gegner, feststellt, dass von unten nach oben aufeinander folgen: *planorbiformis*, dann *planorbiformis* gemischt mit *trochiformis*, dann *trochiformis*, dann diese

1) Der Leser des Fl.'schen Buches kann leicht zu der Ansicht kommen, dass Quenstedt ein Gegner Hilgendorf's sei. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. Er ist sogar derjenige gewesen, welcher Hilg. zu seinen Untersuchungen veranlaßte. Er sagt darüber (Petrefactenkunde Deutschlands, Bd. VII, 1881—1884, p. 144): „Für mich ist es daher nie im Zweifel gewesen, dass alle diese gekielten Formen sich auseinander entwickelten. Von diesen Ideen erfüllt, führte ich im Herbst 1862 Herrn Hilg., meinen damaligen Zuhörer, in die Sandgrube . . . ." Hilg. hat dann bei Quenstedt mit seiner Arbeit promoviert, diese Dissertation blieb aber ungedruckt. Quenstedt bezweifelt (p. 149) nur, dass die gekielten Formen aus glatten hervorgegangen sind. Es scheine Hilg. der Beweis hierfür nicht vollständig gelungen zu sein; „es blieb gerade hier noch eine kleine Lücke". Quenstedt leugnet also nicht, dass hier eine phyletische Reihe vorliegt, sondern kann sich nur nicht in allen Einzelheiten Hilg. anschließen. Er giebt aber von sich selbst zu (p. 152): „ich bin bei dem oftmaligen Besuche der Brüche niemals so ins Einzelne gegangen, sondern habe nur von den Hauptveränderungen der Gesteine größere Proben mitgenommen."

2) Miller, Die Schneckenfauna des Steinheimer Obermiocäns. Jahresber. des Ver. f. vaterländ. Nat. Württemberg. V. 56. 1900, p. 385—406.

3) Sandberger, Fr., Die Land- und Süßwasserconchilien der Vorwelt. Wiesbaden 1870—1875, p. 632.

Art gemischt mit *oxystomus*, dann *oxystomus*. Dass Sandberger keine Uebergänge zwischen den verschiedenen Formen zu finden vermochte, beweist doch nicht, dass sie nicht existieren, zumal Hyatt einige derselben nach Hilg. wiedergefunden hat. Im Berliner geologischen Institut werden prächtige Suiten von Uebergängen aufbewahrt. Von dem besonders interessanten Uebergang der hohen Form in die niedrige *trochiformis*|*oxystomus* schreibt Hilg., dass er auf der Münchener Naturforscherversammlung „von mehr als 20 Zoologen und Conchyliologen geprüft und einstimmig als beweisend anerkannt worden" ist. Steinmann, der selbst an Ort und Stelle gearbeitet hat, schließt sein Referat im Neuen Jahrbuch für Mineralogie über die Hilgendorf'sche Kosmos-Abhandlung mit den Worten:

„Jeder, der die verhältnismäßig große Zeit und Mühe nicht scheut und mit vorurteilsfreiem Auge die Schichten des Steinheimer Beckens auf die Verbreitung der interessanten Mollusken hin untersucht, wird die Resultate Hilg.'s bestätigt finden. Um sich von dem morphologischen Zusammenhange der sehr differenten Formen zu überzeugen, braucht man nur die in Berlin und an anderen Orten vorhandenen Sammlungen zu durchmustern."

In Steinheim giebt es, wie nicht anders zu erwarten ist, einzelne Stellen, wo die ursprüngliche Lagerung durch sekundäre Verschüttungen gestört ist. An solchen Stellen kommen mehrere Arten durcheinander vor, was um so verständlicher ist, als die Schnecken vornehmlich in leicht verschiebbaren Sanden vorkommen. Hilg. selbst betont (p. 480), dass in der alten Grube unter der Ackerkrume zunächst eine 8 Fuss hohe Schuttschicht liegt mit *trochiformis*, *discoideus* und *oxystomus*. Gerade diese Zone ist am leichtesten zugängig, sodass ein flüchtiger Beobachter leicht den Eindruck gewinnen kann, es läge hier alles durcheinander. Die Figur 85 des Fleischmann'schen Buches beweist durchaus nicht, wie der Autor meint, dass fast alle Hilgendorf'schen Formen an derselben Stelle vorkommen. Man sieht auf derselben nur *discoideus*, *Limnaeus socialis* und *Gyllia utriculosa*, also nur Formen der fünften Schicht nach der Hilg.'schen Bezeichnung. Fleischmann hat ferner, wie es scheint, die Hilg.'sche Originalabhandlung nur flüchtig gelesen, denn um die Unzuverlässigkeit der stratigraphischen Arbeitsmethode nachzuweisen, legt er ihm die Worte in den Mund, dass er bei einzelnen Schichten fürchte, „alles müsse sich in endlose Verwirrung auflösen". Dies Citat ist dem Wortlaut und dem Sinne nach unrichtig. Auf p. 491 setzt Hilg. auseinander, dass die Formen jeder einzelnen Schicht mit Leichtigkeit auseinander zu halten sind, und fährt dann fort: „Ganz anders gestaltet sich aber die Sache, wenn man alle Schichten in Betracht zieht. Zwischenformen mehren sich fort und fort, sodass zuletzt, hätte man nicht die Lagerungsverhältnisse, alles in eine endlose Verwirrung sich auflösen

würde. Die Lagerung allein vermag den Schlüssel zu geben, sodass man, mag auch hier und da noch eine kleine Unklarheit zurückbleiben, doch im großen und ganzen die Ordnung herstellen kann." Wie Fl. es fertig bringen kann, seinen Zuhörern gerade das Gegenteil von dem zu berichten, was Hilg. gesagt hat, ist mir unverständlich. Vielleicht lag ihm daran, sein Auditorium davon zu überzeugen, dass eine klare Erkenntnis der Verhältnisse überhaupt unmöglich ist. So sagt er: „Oft verhindert Grundwasser das saubere Abputzen und Studieren der Flächen, an anderen Stellen drängt Jurakalk oder Thon hervor, ohne dass man eine Planorbisschale bemerkt. Dann müssen andere Gruben ergänzend eintreten und der deutlichere Befund derselben die Lücken der anderen ergänzen." Der Zuhörer muss also annehmen, dass solche Grundwasserschwierigkeiten „oft" das Studium gehindert haben. Statt dessen erwähnt Hilg. eine solche Störung nur einmal für die Grube 7, auf deren Grund *tenuis* und *steinheimensis* zusammen angetroffen werden. Dafür konnte an zwei anderen Gruben gezeigt werden, dass die Reihe von unten nach oben lauten muss *sulcatus-tenuis-steinheimensis.*

Fl. citiert ferner Miller, weil dieser sämtliche Formen in die zwei Gattungen *Carinifex* und *Planorbis* zerlegt und innerhalb der letzteren drei Untergattungen (*Gyraulus*, *Dilatata*, *Armiger*) unterscheidet. Uebergänge zwischen den Gattungen und Untergattungen sollen fehlen. Hierauf ist zu erwidern, dass es an sich natürlich gleichgültig ist, ob man diese immerhin nahestehenden Arten in eine oder mehrere Gattungen gliedert. Eine Schwierigkeit liegt hier um so weniger vor, als die Hauptreihe *tenuis—sulcatus—discoideus—trochiformis—oxystomus—supremus* zu derselben Gattung *Carinifex* gehört; ebenso gehören *minutus—crescens* zu *Gyraulus*. Uebergänge zwischen verschiedenen Gattungen werden also nur behauptet für *Gyr. minutus — Armiger costatus*, wo die nötigen Zwischenformen von Hilg. und Hyatt gefunden worden sind; ferner für *Gyr. steinheimensis — Dilatata Kraussii — Car. pseudotenuis*, deren Zwischenformen Hilg. gefunden hat. Betrachtet man die Hilg.'schen Abbildungen (1866, Fig. 2, 12, 13), so sieht man auf den ersten Blick, daß sich diese drei Arten außerordentlich ähnlich und in erster Linie nur durch die Größe unterschieden sind, sodass ich persönlich es für eine Spielerei halte, sie in drei Untergattungen zu stellen. Ich wüßte nicht, worin die Schwierigkeiten bestehen sollten, drei so nahe stehende Arten oder Varietäten von einander abzuleiten, wenn sie stratigraphisch auf einander folgen. Fasse ich mein Urteil über die Steinheimer Planorbiden zusammen, welches ich mir durch das Studium der Litteratur und eines Teiles des Materials der Berliner Sammlung gebildet habe, so kann ich nur sagen: Wir haben hier ein glänzendes Beispiel einer Serie verwandter Formen vor uns,

die morphologisch und größtenteils stratigraphisch sich so klar von einander ableiten lassen, dass der genetische Zusammenhang nicht bezweifelt werden kann.

Ich kann Fl. den Vorwurf nicht ersparen, manche Thatsachen der Palaeontologie mit Stillschweigen übergangen zu haben, welche ein objektiver Darsteller der Descendenzlehre unbedingt erwähnen muss. Dahin rechne ich das successive Auftreten der Klassen der Wirbeltiere und die Thatsache, dass sich an vielen Organen eine allmähliche Komplikation durch die auf einander folgenden Schichten hindurch konstatieren lässt (Backzähne der Elefanten, Hirschgeweih, Schale und Skulptur der Ammoniten). Dagegen erörtert Fl. auf das Ausführlichste, dass fossile Uebergänge zwischen den Tiertypen bis jetzt nicht bekannt sind. Er übersieht dabei vollständig, dass die Descendenzlehre auf so breiter Grundlage ruht, dass ein negatives palaeontologisches Resultat bei der Lückenhaftigkeit des fossilen Materials nicht in Betracht kommt. Für ihn hängt die Richtigkeit der Abstammungslehre davon ab, dass man Zwischenformen für alle größeren Gruppen nachweisen kann. Da es diese nicht giebt, resp. weil er die vorhandenen (*Archaeopteryx*, *Peripatus* etc.) nicht anerkennt, so hat nach seiner Meinung „die Abstammungslehre gar keine Berechtigung in der Naturwissenschaft“ (p. 128).

III. Die vorstehenden Mitteilungen werden dem Leser gezeigt haben, mit welch' außerordentlicher Einseitigkeit Fl. das Descendenzproblem behandelt. Ich darf aber diese kritische Besprechung nicht beschließen, ohne noch der Methode zu gedenken, welche Fl. in dem ganzen Buche anwendet, um seine Zuhörer von dem „Zusammenbruch“ der Descendenzlehre zu überzeugen. Sie ist eine doppelte. Erstens greift er mit Vorliebe die schwierigsten Fragen heraus, welche die Zoologie überhaupt kennt und über welche die Meinungen der Fachgelehrten natürlich weit auseinander gehen, oder welche allgemein zur Zeit als unlösbar gelten. Das menschliche Wissen ist überall Stückwerk, und es ist nichts leichter als zu zeigen, wo wir noch im Dunkeln tappen. Wenn aber einem Laienpublikum systematisch die Lücken eines Wissensgebietes geschildert werden, so kommt dasselbe leicht zu der irrigen Anschauung, das ganze Arbeitsfeld sei noch unbeackert. Die Erlanger Studenten müssen von dem gegenwärtigen Stande der Zoologie eine recht schlechte Meinung bekommen haben. Es wird ihnen gesagt, dass ganze 17 Tiertypen existieren, und dass für jeden die Ursprungsform nachgewiesen werden muss, ehe die Abstammungslehre als bewiesen angesehen werden darf. Dann muss die Archipterygiumtheorie herhalten. Der Zuhörer vernimmt weiter, dass über die Wurzeln des Säugetierstammes ein undurchdringlicher Schleier ausgebreitet ist. Es fehlt die klare Erkenntnis, wie aus den Fischen ein Lungenatmer wurde. Das „eigentliche phylogenetische Problem

der Mollusken", nämlich die Ableitung der Muscheln, Schnecken und Dintenfische von einer gemeinsamen Stammform, spottet bis jetzt der Lösung, und so fort. Um dem Zuhörer die Schwierigkeit der Genealogie des Pferdestammes klar zu machen, setzt ihm Fl. auseinander, es gäbe 6 Species *Protohippus*, 14 Species *Equus*, 11 Arten *Mesohippus* etc. und man müsse bei der Aufstellung eines Stammbaums mit den einzelnen Arten, nicht bloß, wie die Palaeontologen thäten, mit Gattungen rechnen.

Zweitens sucht Fl. bei seinen Zuhörern das Gefühl von der Unvollkommenheit der zoologischen Forschung dadurch hervorzurufen, dass er lange Citate von Autoren bringt, in denen entweder gesagt wird, dass wir über diese oder jene schwierige Frage zur Zeit noch kein Urteil fällen können, oder welche die Meinungen anderer Forscher bekämpfen. In beiden Fällen bleibt beim Zuhörer der Eindruck des ignoramus. Da Haeckels zum Teil recht extreme Anschauungen vielfach angegriffen worden sind, so hat Fl. diese Kontroversen besonders ausgenutzt. Im ersten Kapitel will er seinen Zuhörern beweisen, „dass heutzutage unter den Naturforschern eine Einigung in Bezug auf die Abstammungs- und Zuchtwahltheorie nicht besteht". Lassen wir die Selektionstheorie, welche von biologisch nicht geschulten Forschern vielfach angefeindet worden ist[1]), beiseite, so behaupte ich, dass dieser Satz Fleischmann's einfach falsch ist. Wer von jeder zoologischen Zeitschrift des In- und Auslandes die letzten 15 Jahrgänge durchsieht, wird so gut wie keinen prinzipiellen Gegner der Abstammungslehre unter den Fachleuten entdecken. Noch vor kurzem schrieb Reinke[2]), die Descendenzlehre „spielt in der heutigen Biologie die Rolle eines Axioms". Ich unterschreibe diesen Satz keineswegs, denn ein Axiom ist a priori klar, was für die Abstammungslehre durchaus nicht zutrifft, aber man kann daraus wenigstens ersehen, dass sie nach Reinke's Meinung sich einer so gut wie allseitigen Anerkennung erfreut. Fl. bringt nun in jenem ersten Kapitel eine ganze Serie von Citaten, welche zum Teil Haeckel's extreme Ansichten bekämpfen, aus den Schriften von His, Semper, Hensen, Wolff, Driesch und Heinke. Von diesen Forschern kann aber nur Driesch als Gegner der Abstammungslehre gelten; alle übrigen[3]) erkennen ihre Berechtigung an und wenden sich höchstens dagegen, dass man ihren hypothetischen Charakter leugnet und sie als eine

1) Vgl. darüber meine Schrift: Ueber die Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprinzips. Leipzig, 1900. Engelmann. p. 6 ff.

2) J. Reinke, Die Entwicklung der Naturwissenschaften, insbesondere der Biologie, im 19. Jahrhundert. Rede zur Feier des Rektoratswechsels. Kiel, 1900. p. 19.

3) Wolff hat sich meines Wissens nur gegen die Selektionslehre ausgesprochen.

absolut bewiesene Thatsache bezeichnet. Wäre sie so sicher gestellt wie die Beobachtung, dass aus einem Pluteus ein Seeigel wird, so würde man sie nicht als eine „Theorie" bezeichnen, denn jede Theorie ist eine Abstraktion aus den Thatsachen. Jene Forscher können mit Recht dagegen Einsprache erheben, dass Fl. sie indirekt als Gegner der Abstammungslehre hinstellt, indem er aus den Citaten den Schluss zieht, über jene Theorie herrsche keine Einigung. Die hier geschilderte Fl.'sche Methode ist keineswegs zu billigen, denn wenn ein Laie mit den schwierigsten Kapiteln und allerlei Kontroversen überschüttet wird, so ist es ihm unmöglich, ein objektives Urteil zu gewinnen [1]).

Ich fasse mein Urteil über das Fl.'sche Buch in die folgenden Worte zusammen:

Ich glaube nicht, dass dasselbe auf die Fachleute irgendwelchen Eindruck machen wird. Dies ist ausgeschlossen, weil der Verfasser seinen Stoff mit der grössten Einseitigkeit behandelt, und weil er den Standpunkt krassesten Skepticismus vertritt, der jede theoretische Spekulation als inexakt verwirft und nur das als Element der Wissenschaft gelten lassen will, was durch einen „Augenzeugen" beglaubigt ist. Die

1) In dem Buche sind mir folgende Irrtümer im Text oder in den Figuren aufgefallen:

1. p. 21: nachdem er geschildert hat, dass bei den Wirbeltieren die Geschlechtsprodukte durch Teile des Urnierenapparates ausgeleitet werden, fährt er fort: „Kein anderer Organisationstypus des Tierreiches zeigt Einrichtungen, welche mit diesem Stile der Geschlechtskeimstätte und deren Ausführgängen einigermaßen vergleichbar wären." Bei Anneliden und vielen Mollusken findet doch die gleiche Art der Ausleitung statt.

2. p. 25. In Figur 8, Schema eines Mollusken, fehlt jede Andeutung der Leibeshöhle und des Mantels.

3. p. 27 wird die Behauptung aufgestellt, „die Vorderkiemer . . . . sind Zwitter".

4. p. 53. Der *Ceratodus forsteri* wird „*Barramunda*" genannt. Nach Semon und Seville Kent kommt dieser Name bloß den Arten der Gattung *Osteoglossum* zu.

5. p. 89. „5 Paar Luftsäcke" bei den Vögeln, statt 6.

6. p. 95. *Iguanodon „benissartensis"* soll von *„Benissart"* herstammen, statt *bernissartensis* und *Bernissart.*

7. p. 111. Bei den Schnabeltieren soll die Körpertemperatur wie bei den übrigen Säugern „einen bestimmten gleichmäßigen Stand" haben. Fl. fügt hinzu 25—28° C. p. 115 wird noch einmal „die konstante aber niedrige Bluttemperatur" für die Kloakentiere betont. In Wirklichkeit schwankt dieselbe doch außerordentlich. Bei *Echidna* nach Semon zwischen 26,5—34° C., nach Sutherland sogar zwischen 22–36,6° C.

8. p. 174 wird ein Monstrum einer Schnecke (Organisationsschema) mit nach vorn übergebogenen Eingeweidesack abgebildet.

9. p. 270. Die Geier sollen „scharfspitzige Krallen" an den Fußzehen tragen. Nun sind aber die Vulturinen gerade diejenigen Raubvögel, welche sich durch stumpfe Krallen von den übrigen unterscheiden.

Anhänger der Descendenzlehre können dem Autor sogar dankbar sein für sein Werk, denn er hat auf das deutlichste gezeigt, dass die Zoologie zu einem Chaos unverstandener und zusammenhangloser Angaben herabsinkt ohne das Licht der Abstammungslehre. Dagegen wird die orthodoxe Theologie und Philosophie sich des Buches mit grosser Freude bemächtigen und darin ein Zeichen sehen, dass die Schöpfungslehre wieder in ihr Recht eintritt. Sie wird aus ihm nicht allein den „Zusammenbruch der Abstammungslehre", sondern der spekulativen Naturforschung herauslesen. Denn hier steht es klar und deutlich ausgesprochen. Wir treiben „nicht bloss auf einem Ocean von unbeantworteten Fragen, sondern haben zugleich das Licht verloren". Wenn dies für die Biologie gilt, weshalb sollte es nicht allgemein für die Naturwissenschaften gelten, die doch alle nach derselben Methode arbeiten? Dass derartige Anschauungen durch das Fl.'sche Buch genährt und verbreitet werden, darin sehe ich seine eigentliche Bedeutung und zugleich eine grosse Gefahr, zumal in unserer Zeit.

Mögen in dem neuen Jahrhundert, dessen Morgenröte heute aufdämmert, alle Jünger der Naturwissenschaften immer tiefer von der Wahrheit des Satzes durchdrungen werden, dass nicht das Registrieren der Thatsachen, sondern deren theoretische und spekulative Verknüpfung das Wesen der Wissenschaft ausmacht, welche ist und bleiben soll „Geistesnahrung". [36]

Bremen, am Neujahrstage 1901.

Dr. R. Lauterborn: Der Formenkreis von *Anuraea cochlearis*.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Variabilität bei Rotatorien.

1. Teil. Mit 1 Taf. und 5 Fig. im Texte. (Sonderabdruck aus den Verhandl. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg.) 6. B. 5. Heft, 1900.

In der vorliegenden Arbeit liefert Dr. Lauterborn einen sehr bemerkenswerten Beitrag zur Kenntnis der Variationsrichtungen, welche bei einem sehr häufig in unseren einheimischen Gewässern vorkommenden Rädertier (*Anuraea cochlearis* Gosse) beobachtet werden können. Und zwar zeigt sich bei diesem Rotatorium eine Variabilität, die an den Ablauf der Jahreszeiten geknüpft ist und sich deshalb jahraus, jahrein in identischer Weise wiederholt. Das in Rede stehende Tierchen hat im allgemeinen die Gestalt einer Schaufel oder eines Löffels (daher der Name „*cochlearis*"), und bei diesem Vergleiche ist der lang hinausragende Hinterdorn des gepanzerten Körpers als Stiel (resp. Handgriff) zu betrachten. Die Variation erstreckt sich bei diesem Rotator sowohl auf die Länge des hinteren Dornes, als auch auf die Gestalt und Anordnung der polygonen Platten, aus denen der dorsale Panzer zusammengesetzt ist. Außerdem zeigen sich noch Abänderungen in der Krümmung der 6 Vorderdornen, die am Kopfteil der *Anuraea cochlearis* befindlich sind und in der Beschaffenheit der ganzen Panzeroberfläche, die bald glatt, bald rauh (d. h. höckerig) sich darstellt.

Die Beschreibung der typischen Form ist in dem großen Rädertierwerke von Hudson und Gosse (II. S. 124) nachzusehen. Die daraus hervorgehenden Variationen schlagen 3 verschiedene Richtungen ein, die schließlich zu Endgliedern führen, die sowohl unter sich als auch vom Typus so sehr abweichen, dass man sie bei einer etwas engen Auffassung des Speciesbegriffs und ohne Kenntnis der Zwischenformen unbedenklich für besondere Arten erklären würde. Um dies zu veranschaulichen, sind aber Zeichnungen unentbehrlich und es ist daher auf die Originalabhandlung zu verweisen, welche auf einer figurenreichen Tafel die einzelnen Variationsreihen abbildet. Dort findet man in Fig. 1—10 die *macracantha—typica—tecta*-Reihe, welche mit einer Form beginnt, die einen sehr großen Hinterdorn und auch sonst riesige Dimensionen besitzt. Diese geht allmählich in die typische *Anuraca cochlearis* über und endet dann mit *Anuraca tecta*, die ganz ohne Hinterdorn ist, sodass der Panzer sich hinten völlig abrundet. Diese letztere Form wurde bisher noch immer als selbständige Art betrachtet, obgleich schon mehrmals auch von anderen Forschern deren Speciesberechtigung angezweifelt worden war. Durch die Forschungen von Lauterborn ist nun die Degradierung von *An. tecta* zur Varietät endgiltig vollzogen und wir können jetzt nur noch von einer *Anuraca cochlearis*, var. *tecta* sprechen. Der Uebergang von der Anfangsform *(macracantha)* zu der oben genannten Endform ist ein ganz allmählicher und lückenloser. Die auf einander folgenden Stadien sind: *An. macracantha, An. typica, An. typica f. macracantha, An. typica f. tuberculata* (mit stark reduziertem Hinterdorn) und schließlich die var. *An. tecta* ohne jeglichen Hinterdorn.

Aehnlich verhält es sich mit der sogenannten *hispida*-Reihe und derjenigen, welche mit einer Form endigt, die Dr. Lauterborn ganz passend als „irregularis“ bezeichnet, weil deren Rückenpanzer eine sehr unregelmäßige Plattenbildung besitzt.

Schließlich ist auch noch eine *robusta*-Gruppe zu unterscheiden, deren Mitglieder durch recht bedeutende Dimensionen des Panzers auffallen. Bei denselben sind überdies auch alle Dornen recht stark entwickelt. Der Panzer ist meistenteils hoch gewölbt und namentlich im hinteren Drittel blasenähnlich aufgetrieben.

In einem II. Teile, welcher vorliegender Arbeit folgen soll, beabsichtigt der Autor eine Erklärung der Entstehung dieser verschiedenen Formenreihen zu geben und zwar auf Grund einer näheren Untersuchung der äußeren Einflüsse, denen die Anuraeen an den betr. Lokalitäten ausgesetzt sind. **Dr. O. Z.** [34]

Zur Biologie des *Hydrophilus piceus*

von

Dr. C. Rengel, Potsdam.

Vor etwa 10 Jahren habe ich mich eine kurze Zeit mit der Histologie der inneren Organe von *Hydrophilus piceus* beschäftigt, eine Arbeit, die ich später wieder aufnahm, und über deren Ergebnisse ich bereits in der „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie“ 1898 berichtet habe. Ich hielt damals eine größere Anzahl von Käfern in

einem Glasbehälter. Die bekannten interessanten biologischen Momente, wie das Spinnen des Cocons, das Ausschlüpfen der Larven etc. veranlassten mich, auch in den folgenden Jahren den schwarzen Kolbenschwimmer teils im Zimmeraquarium, teils in der freien Natur zu beobachten. Mit Ausnahme des Monats März besaß ich das ganze Jahr hindurch Käfer. Gegen Ende des Februars gingen in der Regel die letzten meiner Pfleglinge ein; aber Anfang April hatte ich meist schon wieder frisch gefangene, im Freien überwinterte Exemplare.

Bei einer gelegentlichen Durchsicht der Litteratur war ich nicht wenig erstaunt über die Uneinigkeit, welche unter den Autoren schon betreffs der Frage: „Was frisst der Käfer?“ herrscht. Viele nennen ihn einen Pflanzenfresser, nach anderen ist er omnivor, noch andere machen ihn zum Fleischfresser, ja sogar zum Kannibalen, der auch seinesgleichen nicht verschont. Nicht wenigen Autoren merkt man aber die innere Unsicherheit an; sie sagen, der Käfer scheine Pflanzen, scheine Fleisch zu fressen. Einige Zoologen, wie Vit. Graber [1], Krass und Landois [2] u. a. vermeiden in ihren für den Gymnasialunterricht verfassten Lehrbüchern jede Angabe über die Nahrung des Käfers, obgleich bei den übrigen Käfern die entsprechenden Bemerkungen wohl zu finden sind.

Einige Proben mögen das Gesagte erhärten:

E. L. Taschenberg [3]: „Der Darmkanal, welcher dem der pflanzenfressenden Blatthörner gleicht und ein langes, dünnes, in allen seinen Teilen gleichförmig gebildetes Rohr darstellt, weicht wesentlich von dem der anderen Wasserkäfer (i. e. Dytisciden und Gyriniden) ab und weist auf Pflanzenkost hin, welche vorzugsweise in der filzigen Alge zu bestehen scheint, durch welche manche Lachen gänzlich zu versumpfen pflegen; wenigstens befand sich eine mit dieser Kost ernährte Gesellschaft dieser Käfer in der Gefangenschaft lange Zeit sehr wohl, und die sich zu Boden setzenden Excremente ließen den Algenfilz nicht verkennen.“

Gerstaecker [4]: „Die Nahrung der *Hydrophiliden* besteht aus Vegetabilien.“

Aehnliches bezeugen Claus [5], Mulsant [6], Kraepelin [7] und viele andere.

Plateau [8] hat die Käfer bei Gelegenheit physiologischer Versuche mit Brunnenkresse (*cressons*) gefüttert, Vangel [9] mit Semmelbrocken.

Recht interessant ist eine uralte Angabe, die wir Goeze [10] verdanken: „Wenn man diese Käfer in etwas tiefe, mit Wasser gefüllte Gefäße setzt und ihnen Mehl giebt, kann man sie lange erhalten.“

Leunis [11] sagt vorsichtig: „Sie nähren sich vorzugsweise von Pflanzenstoffen.“

Strauß-Durkheim [12] bleibt nach Untersuchung des Darmes und der Mundwerkzeuge zweifelhaft, hält aber pflanzliche Nahrung

für wahrscheinlicher. „Les organes masticateurs des Hydrophilus diffèrent considérablement de ceux des vrais rapaces, je doute fort que ces animaux se nourrissent de chasse, et si cela est, ils présentent du moins une forte exception."

Auf Grund ähnlicher Erwägungen kommt Krieghoff [13] zu dem Ergebnis: „sie sind wahrscheinlich omnivor."

Miger [11]: „Dans les premiers jours de mai (1807) je pris plusieurs hydrophiles bruns, et je les plaçai dans un bocal rempli d'eau, parmi des plantes aquatiques, dont ils firent leur principale nourriture. Ils dévorèrent aussi avec avidité des larves mortes et des limaçons d'eau."

Schmidt-Schwedt [15]: „Gewöhnlich werden die Hydrophiliden kurzweg als Pflanzenfresser bezeichnet, doch ist diese Bezeichnung nicht ohne Einschränkung zutreffend, oft habe ich *Hydrophilus piceus* tote oder auch nur matte Wassertiere auffressen sehen. Andererseits ist schon auf Grund der Untersuchung der unverdauten Bestandteile seiner Nahrung deren häufige Herkunft aus dem Pflanzenreiche nicht zu bezweifeln. Man bezeichnet ihn wohl am besten als Allesfresser."

Wasmann [16]: „Die Nahrung des *Hydrophilus piceus* ist eine gemischte. Er ist phytophag und carnivor, und zwar, dem Bau seines Darmkanals entsprechend, vorwiegend phytophag. Selbst dann, wenn es ihm an geeigneter tierischer Nahrung nicht fehlte, sah ich ihn häufiger an verschiedenen Wasserpflanzen, selbst an Kohl, Salat und Gemüsepflanzen fressen. Unter anderem beobachtete ich (am 28. Sept. 1885), wie zwei Männchen und ein Weibchen von *Hydrophilus* an Kohlblättern fraßen; zu derselben Zeit verzehrte in demselben Glase ein anderes Männchen von *piceus* zwei junge Molche (Larven von *Triton taeniatus*). Die Exemplare waren frisch gefangen und somit nicht künstlich an Pflanzenkost gewöhnt (!). Darüber, dass *Hydrophilus piceus* auch ausschließlich von Pflanzen leben könne, besteht übrigens kein Zweifel. Man könnte ihn wegen seiner Anpassungsfähigkeit an die verschiedenartigste Nahrung mit Recht einen Polyphagen im weitesten Sinne nennen. — Aehnliches über die Pflanzennahrung von *Hydrophilus piceus* habe ich schon vor 16 Jahren in Südtirol (Meran) beobachtet. Das Gesagte gilt somit nicht bloß für die holländisch-limburgischen Individuen. Ich glaube allerdings bemerkt zu haben, dass er junge Molche, Flohkrebse (*Daphnia*) etc. besonders gern verzehrt. Aber bei seiner Trägheit und Langsamkeit sind nur wenige Wassertiere unbeholfen genug, um ihm zum Opfer zu fallen. Darin mag wohl der Grund liegen, weshalb er sich vorwiegend von pflanzlicher Kost nährt [1])."

1) Aus dieser ganzen Darstellung scheint mir hervorzugehen, dass der *Hydrophylus* in bezug auf seine Nahrung nach Wasmann's Ansicht für den Fall, dass ihm tierische und pflanzliche Nährstoffe erreichbar sind, den carni-

Bizzozero[17] ernährte die Tiere ausschließlich mit Fleisch. Er beobachtete den Vorgang der Abstoßung und Neubildung des Mitteldarmepithels bei Käfern, die er Monate lang im Laboratorium gehalten, und die sich immer der besten Gesundheit zu erfreuen schienen.

Geoffroy[18]: „L'insecte parfait n'est guère moins vorace que sa larve."

De Geer[19]: „Die Schwimmkäfer (i. e. *Hydrophilidae*) sowohl wie die Wasserkäfer (i. e. *Dytiscidae*) sind sehr gefräßig und leben bloß von Wasser- und Landinsekten, auf die sie beständig Jagd machen. Sie fangen sie mit den Vorderfüßen, die sie wie Hände gebrauchen und bringen sie damit zum Maule. Nicht nur Insekten verzehren sie, sondern auch Fische, und sind daher eine rechte Pest der Teiche. Den großen Fischen fressen sie tiefe Löcher in den Leib. Eingesperrt fressen sie sich einander selbst."

Aehnliches berichten, zum Teil mit denselben Worten, Nördlinger[20], A. Karsch[21], Calwer[22], v. Fricken[23] u. a.

Ebenso wie De Geer hat auch Zacharias beobachtet, dass gelegentlich ein *Hydrophilus* den anderen überfällt und ihn auffrisst, oder besser gesagt, ihn ausfrisst.

Nicht ganz mit Recht erhebt Wasmann[24] gegen Taschenberg bei Gelegenheit eines Referates über den Insektenband von Brehms Tierleben den Vorwurf: „Die neueren Beobachtungen, dass *Hydrophilus* Fleisch frisst, sind dem Verfasser unbekannt geblieben", denn die Berichte, dass *Hydrophilus* Fleisch fresse, sind zum Teil älter als die Gattung *Hydrophilus* und stammen mehrfach aus der Zeit, wo Linné unsern Käfer noch *Dytiscus piceus* nannte und De Geer sagen konnte: „Bisher hat man die Hydrophiliden mit den Dytisciden verwechselt, mit denen sie in Gestalt und Lebensweise viel Aehnliches haben."

Von Zeit zu Zeit ist diese Ansicht dann immer wieder in der Litteratur aufgetaucht.

Man kann die Gesamtheit der Autoren, je nachdem sie den *Hydrophilus piceus* für herbivor, omnivor oder carnivor halten, in drei Lager teilen. Es ist nicht zu leugnen, dass sich bei jeder dieser Gruppen Männer von wissenschaftlicher Bedeutung finden. Das eine aber steht von vornherein fest, nur eine von diesen drei Parteien kann im Rechte sein.

So lagen die Dinge, als ich mich vor Jahren entschloss, — und zwar ganz besonders dazu angeregt durch die citierte Bemerkung

---

voren Käfern näher steht als den phytophagen, dass er aber infolge seiner Unbeholfenheit nicht immer zusagender, tierischer Nahrung in erwünschter Menge habhaft wird und so sich meist dazu genötigt sieht, den bei weitem größeren Teil seines Nahrungsbedürfnisses mit pflanzlicher Kost zu decken.

Wasmann's in dem Referate über Brehm's Tierleben, — durch einen Fütterungsversuch der Frage näher zu treten.

Im Sommer 1894 machte ich folgenden Versuch:

Etwa 30 frisch gefangene Käfer wurden in ein geräumiges Aquarium gesetzt und am ersten Tage mit Wasserpest (*Elodea canadensis*) gefüttert. Sie fraßen sehr reichlich von den dargebotenen Vorräten; und am Tage darauf bedeckte eine große Menge wurstförmiger Exkremente den Boden des Gefäßes. Nun wurden die Tiere in ein gleich großes Gefäß mit reinem Wasser gebracht und ihnen wieder Wasserpest, gleichzeitig aber ein Stück Rindfleisch von Wallnußgröße, das an einem Faden hing, als Futter gereicht. Die Käfer nahmen hauptsächlich Pflanzenkost zu sich; und nur zuweilen hing einer an dem Fleischstück und biß ein. — Am folgenden Tage war das Fleischstück etwa um den vierten Teil seiner ursprünglichen Größe verringert, von den Pflanzen aber war wieder eine ganz beträchtliche Menge verzehrt worden. — Täglich wurde das Wasser gewechselt und den Käfern neue Pflanzen und frisches Fleisch gegeben.

Es zeigte sich bald, dass der Konsum an Pflanzen während des ganzen, 20 Tage umfassenden Versuches ungefähr auf gleicher Höhe verblieb, während der Konsum an Fleisch sich nur am zweiten Tage (d. h. bei der ersten Fleischration) beträchtlich erwies, am dritten und vierten Tage minimal und an allen folgenden Tagen einfach gleich null war. Daran änderte sich auch nichts, als ich den Käfern in der zweiten Hälfte des Versuches neben Rindfleisch gelegentlich Kalbfleisch, Schweinefleisch oder eine Froschkeule, lebende Salamander, Stücke von Salamandern oder Regenwürmer präsentierte. Die Tiere lebten, obgleich ihnen Fleisch zur Verfügung stand, vollständig von Pflanzen. —

Ich fütterte deshalb von jener Zeit an nach wie vor die *Hydrophilus*, welche ich für meine damaligen histologischen Untersuchungen brauchte, mit Pflanzen, und die Tiere befanden sich sehr wohl dabei.

Bis gegen das Ende des Septembers kann man *Elodea canadensis* in hinreichender Menge haben; dann wird sie knapp. Die Anzucht im Aquarium kommt bei einer größeren Zahl von Käfern wegen des bedeutenden Bedarfes gar nicht in Betracht. Im Winter 1893/94 hatte ich die Käfer mit Semmelbrocken, Kartoffel- und Apfelschnitten sowie mit Grünkohl gefüttert. Den letzteren fressen die Käfer sehr gern; die im Wasser liegenden Kohlblätter verbreiten aber bald einen so intensiven Kohlgeruch, dass diese Art der Fütterung für ein Aquarium im Zimmer unmöglich ist. Mit den genannten Nahrungsmitteln waren die Käfer bis Anfang Januar erhalten worden: dann gingen sie ein.

Als mir im nächsten Sommer (1894) einmal die Wasserpest ausging und ich augenblicklich nicht die Zeit fand, neue Vorräte zu be-

schaffen, versuchte ich die Käfer mit verschiedenen Pflanzen aus dem Garten zu füttern. Von den gereichten Blättern und Kräutern nahmen sie nur Vogelmiere (*Stellaria media*) an. Diese Pflanze aber fraßen sie mit derselben Begierde wie *Elodea* oder *Spirogyra*, so dass sie, weil am bequemsten erreichbar, fortan die hauptsächlichste Futterpflanze bildete. Sie ist auch im Winter zu haben. Steigt einige Tage das Thermometer über den Gefrierpunkt, so entwickelt sie sogar neue Blätter. Nur längere Frostperioden schädigen sie wesentlich. So gestaltete sich die Fütterung im Winter 1894/95 schon bedeutend leichter. Während der Zeiten anhaltenden Frostes mussten wieder Kohlblätter, Kartoffel- und Apfelschnitte herhalten.

Im Winter 1895/96 habe ich nur mit *Stellaria* gefüttert. Bei eintretendem Tauwetter wurde eine größere Menge des Krautes, womöglich mit dem daranhängenden Schnee, fest in Papier eingerollt und im Freien aufbewahrt. Hielt das Tauwetter an, so ließ sich jeden 2. oder 3. Tag der Vorrat aus dem Garten erneuern; trat dagegen Frostwetter ein, so gefror das Ganze zu einem festen Cylinder, von dem man dann nach Bedarf Scheiben abschneiden konnte. In Wasser von Zimmertemperatur lösten sich die Scheiben schnell auf, die eingeschlossenen fast lebensfrischen Pflanzenmassen wurden frei und dienten dann den Käfer als Futter.

Die geschilderte Art der Ernährung erhielt die Tiere bei bester Gesundheit. Als Beweis hiefür möchte ich anführen, dass in meinem Aquarium wiederholt im Januar und Februar Cocons [1]) gesponnen worden sind. Von dreien habe ich den Tag notiert. So verfertigte ein Weibchen am 21. Februar 1895 einen Cocon von normaler Größe und besetzte ihn reichlich mit Eiern.

Gegen Ende des Januar 1896 waren mir die Käfer bis auf zwei Individuen eingegangen (1♂ und 1♀). Am 28. Januar spann das Weibchen einen Cocon, am 8. Februar starb das Männchen, am 19. Februar spann das Weibchen einen zweiten, dem ersten an Größe nicht viel nachstehenden Cocon [2]).

1) Nach Miger verwendet das Hydrophilusweibchen zur Verfertigung eines Cocons 3 verschiedene Sekrete: das erste dient als Material für den kugeligen Körper des Cocons, zur Herstellung eines wasserdichten Schiffes; mit dem zweiten wird jedes einzelne Ei umhüllt, werden alle Eier unter sich und mit der Wandung des Gespinnstes verbunden und so dauernd in derselben Lage erhalten; aus dem dritten wird die Spitze, der Mast, hergestellt (l. c. p. 451).

2) A. Weiss [25] hielt ein befruchtetes Weibchen von *Hydrophilus piceus* von Februar bis Oktober 1889. Am 29. April hatte dasselbe einen Eicocon gesponnen, aus dem am 12. Tage darauf etwa 40 Larven ausschlüpften. Im Mai spann das nämliche Weibchen in Abständen von 6—8 Tagen noch weitere 4 Cocons. — Derselbe Autor hat bereits im Jahre 1880 von einem einzigen Weibchen 4 oder 5 Cocons erhalten. Er hat dann dieses Weibchen getötet, um eine in demselben Aquarium befindliche Fischbrut „vor Schaden zu bewahren".

Lyonet (l. c. pag. 147) sagt: „Mes scarabées moururent tous vers l'approche de l'hiver. J'en conservai, deux jusqu'au commencement de la gelée, mais la glace n'eut pas plutôt paru dans leur bassin, qu'ils allèrent à fond et y moururent." Das ist jedenfalls ein Irrtum; die Käfer sind wohl nicht gestorben. — Wenn nämlich das Thermometer unter eine gewisse Grenze fällt, die nach meiner Schätzung ungefähr bei 5° C. liegt, suchen die Käfer am Grunde des Wassers einen geeigneten Ort zur Ueberwinterung auf. Sie verkriechen sich zwischen Pflanzen, unter Steinen u. dgl. und erstarren dort; sie treten ihren Winterschlaf an. Man kann das auch in einem nicht geheizten Zimmer im Aquarium gut beobachten. Während ich diese Zeilen niederschreibe (Ende Nov. 1900) findet sich ein Käfer, der einzige, den ich in diesem Winter besitze, bereits seit 3 Wochen im Zustande der Erstarrung. Einige kalte Nächte im Anfang des Novembers, in welchen es draußen reifte und das Zimmer sich stark abkühlte, trieben ihn ins Winterquartier, in dem er noch verharrt, obwohl inzwischen die Temperatur des Zimmers wieder so viel gestiegen ist, dass sie gegenwärtig um eine mittlere Höhe von 10° C. schwankt. Ob ein solcher regungsloser Käfer tot oder lebendig ist, sieht man an den Augen. Bei einem im Wasser liegenden abgestorbenen Individuum werden in der Regel die Augen grau oder weiß, während sie bei dem lebenden schwarz bleiben.

Es ist nicht ratsam, in demselben Aquarium gleichzeitig Fische zu halten, denn diese bewegen zuweilen beim Schwimmen, namentlich wenn sie durch die Annäherung des Beobachters erschreckt werden, das Wasser derartig, dass auch die im Winterschlaf befindlichen Käfer bewegt werden, die dann leicht umkippen und in die Rückenlage kommen, in der sie schließlich dem Erstickungstode verfallen. Sie sind allerdings dadurch zu retten, dass man sie herausnimmt und in einer Glasdose trocken aufbewahrt. Der Winterschlaf wird dann einfach fortgesetzt. In vereinzelten langsamen Bewegungen der Maxillartaster giebt das Tier von Zeit zu Zeit ein schwaches Lebenszeichen von sich.

Es will mir scheinen, als ob im Frühjahr der Winterschlaf bei ziemlich tiefer Temperatur beendet werden kann, denn ich habe wiederholt Käfer kurze Zeit nach dem Verschwinden des Eises auf unseren Flüssen und Seen im Freien angetroffen.

Aus den im Winter abgelegten Eiern habe ich niemals Larven erziehen können. Die Eier gingen stets früher zu Grunde. Ich möchte hierfür die im Winter so ungleichmäßige, besonders in den Morgenstunden verhältnismäßig niedrige Zimmertemperatur verantwortlich machen. Dass überhaupt die Entwickelung in den Eiern begonnen hatte, lehrte eine gelegentliche Stichprobe: Einige konservierte und geschnittene Eier aus dem am 21. Februar 1895 verfertigten

Cocon enthielten Embryonen mit normal entwickeltem Rückenrohr.

Erst im Jahre 1899 nahm ich die Fütterungsversuche mit Fleisch wieder auf. Aus einer größeren Menge von Käfern, die das zoologische Institut zu Berlin erhalten hatte, wurden 10 Exemplare zu einem Versuche ausgewählt. Waren sie bisher mit Wasserpest und Fadenalgen ernährt worden, so erhielten sie während des Versuches nur Fleisch. Das Ergebnis war folgendes: Bis zum 8. Tage waren 9 von den Käfern eingegangen, die ich teils an der Oberfläche schwimmend, teils am Boden liegend antraf und herausnahm. Die abgestorbenen Tiere waren äußerlich stets unverletzt. Eine Untersuchung des spärlichen Darminhaltes zeigte, dass dieser keine als solche erkennbaren Fleischreste enthielt, und dass die Tiere jedenfalls verhungert waren. Der übrig bleibende zehnte Käfer lebte noch über 3 Wochen, bis er behufs Untersuchung des Darmes getötet wurde. Er fraß täglich reichliche Mengen Fleisch. Die Präparate von seinem Darme glichen in Bezug auf die histologische Beschaffenheit durchaus denen eines frisch gefangenen Individuums.

Der gleiche Versuch wurde (1899) mit 3 Käfern wiederholt, die ich bei Gelegenheit einer Exkursion selbst erbeutete. Von diesen verhungerte 1 Individuum bei reiner Fleischnahrung, es starb nach einigen Tagen, während sich die beiden anderen noch Wochen lang mit Fleischkost ernährten.

Erst Ende des Jahres 1899 machte mich E. Wasmann in dankenswerter Weise auf seine oben citierte Mitteilung in „Natur und Offenbarung, 1888“ aufmerksam; und ich beschloss nun seine Versuche zu wiederholen. Im Juli 1900 wurden 3 frisch gefangene Käfer in ein Aquarium gesetzt und ihnen 3 Tritonlarven von verschiedener Größe zugesellt. Die Dimensionen des Behälters waren absichtlich klein gewählt (Inhalt: 3—4 Liter Wasser), um ein häufiges Begegnen von Käfern und Salamandern zu sichern. Nach 3 Tagen starb der erste Käfer, nach 8 Tagen der zweite, nach 10 Tagen eine Tritonlarve und nach weiteren 2 Tagen die beiden anderen. Nun wurde der Versuch abgebrochen und dem noch lebenden dritten Käfer pflanzliche Kost (Fadenalgen) gereicht, auf die er sich mit Begierde stürzte, und bei welcher er bis in den Dezember hinein am Leben erhalten wurde. Es ist bei dem geschilderten Versuch freilich nicht ausgeschlossen, dass die beiden eingegangenen Käfer vorjährige Exemplare waren, die im allgemeinen zu Ausgang des Juli ihr Lebensende zu erreichen pflegen, dass diese beiden so wie so, bei animalischer wie bei vegetabilischer Nahrung zur genannten Zeit zu Grunde gegangen wären. Das eine aber steht fest, dass keiner der drei Käfer eine der Larven zu ergreifen suchte, obwohl diese, wie ich wiederholt zu beobachten

Gelegenheit hatte, oft unmittelbar vor den Kiefern der Käfer längere Zeit ruhig verharrten und die Käfer sie mit den Kieferfühlern des Oefteren betasteten.

Meine eigenen Erfahrungen lassen sich in den beiden folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Ich habe bei meinen vielen, meist an sehr günstigen Lokalitäten und ad hoc angestellten Beobachtungen in der freien Natur niemals einen *Hydrophilus* andere als pflanzliche Nahrung aufnehmen sehen.

2. Die sehr zahlreichen Därme (circa 100), welche ich im Laufe der Jahre konserviert und geschnitten habe, lassen in fast allen Fällen nicht den geringsten Zweifel darüber aufkommen, dass die Contenta ausschließlich vegetabilischer Herkunft sind; und bei keinem einzigen Präparate von frisch gefangenen Individuen lassen sich im Darminhalte animalische Bestandteile mit einiger Sicherheit nachweisen.

Ich habe durch meine gesamten Beobachtungen die Ueberzeugung gewonnen, dass der *Hydrophilus piceus* als Imago in der Freiheit ein Pflanzenfresser ist, dass ihn nur Mangel an geeigneter Nahrung gelegentlich dazu treiben kann, Fleisch anzunehmen. Ich bin nicht abgeneigt, den habituell Fleisch fressenden *Hydrophilus* für ein Kunstprodukt der Züchtung im Aquarium zu halten.

Wenngleich man Wassertieren die Gefangenschaft meist noch leidlich erträglich zu machen im stande ist, so führen diese großen Käfer doch immerhin ein trauriges Dasein in solchem Glaskasten. Es fehlt doch sehr vieles, was die freie Natur ihnen bietet, so z. B. hinreichende Abwechslung in der Auswahl der Nahrung, die körperliche Bewegung beim Aufsuchen der Nährpflanzen, infolge von Störungen durch andere Tiere, bei der Flucht vor Feinden, vor allem aber die Möglichkeit zu fliegen. Die ganze Lebensführung in der Gefangenschaft wird daher nicht identisch sein mit der Lebensführung im Freien. Manche Züge in dem gesamten biologischen Bilde werden sich in der Gefangenschaft einstellen, die das freie Tier nicht kennt, die eben ein Produkt der so stark veränderten allgemeinen Lebenslage sind. Man kennt ein Tier nur unvollkommen, wenn man es lediglich in der Gefangenschaft beobachtet hat.

Die Fähigkeit animalische Stoffe zu verdauen haben die Käfer wohl, denn man hat gelegentlich einzelne ausschließlich mit Fleisch längere Zeit gefüttert (Bizzozero). Da kann es denn auch nicht Wunder nehmen, wenn gefangene Exemplare, namentlich bei Mangel an lebensfrischen oder aber an ihnen zusagenden Pflanzen sich zuweilen bequemen Fleisch zu fressen. Wenn also auch den Käfern die Fähigkeit, Fleisch zu verdauen, nicht abgesprochen werden kann,

so will mir doch scheinen, als ob die Fähigkeit, sich an dauernde Fleischnahrung zu gewöhnen, keineswegs allen Käfern in gleich hohem Maße eigen ist. Sehr viele Individuen, nach meinen Erfahrungen die allermeisten, gehen bei Mangel an Pflanzenkost einfach zu Grunde, wohingegen nicht bestritten werden soll, dass einzelne wenige Exemplare in diesem Fall animalischer Kost sich zuwenden und damit im Aquarium Wochen lang am Leben erhalten werden können.

Ob die Käfer sich in verschiedenen geographischen Breiten verschieden verhalten, ob in anderen Gebieten der Prozentsatz derjenigen Individuen, die sich leichter für eine animalische Kost gewinnen lassen, ein größerer ist, wie es nach der Beobachtung Bizzozero's, der in Italien den Tieren ausschließlich Fleisch gab, nicht unmöglich zu sein scheint, vermag ich nicht zu entscheiden. Meine Beobachtungen beziehen sich auf die Umgebung Berlins.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich es nicht unterlassen auf die interessante, mir von Herrn Dr. Rawitz freundlichst mitgeteilte Thatsache hinzuweisen, dass auf den Lofoten Pferde, also Pflanzenfresser par excellence, leben, die zeitweilig lediglich Fische fressen.

(Schluss folgt.)

Planktonuntersuchungen im Großteiche bei Hirschberg (Böhmen).

Vorläufige Mitteilung

von

R. v. Lendenfeld.

Im nordböhmischen Kreidegebiete steht Quadersandstein zu Tage. Dieser wird vielerorts von vulkanischen Massen durchsetzt, welche der Verwitterung viel besser als der Quader widerstehen. Dies hat eine reiche vertikale Gliederung jenes Sandsteinlandes zur Folge gehabt, welches von dem Robitzer Bache, einem Nebenflusse des in die Elbe mündenden Polzen in nordwestlicher Richtung durchströmt wird. Dem Charakter der Gegend entsprechend ist das Robitzer Thal sehr abwechslungsreich: weit ausgedehnte, flache Niederungen, die große Buchten zwischen die basaltgekrönten Höhen einschieben, wechseln mit Thalengen ab. Eine von diesen Engen, jene, an deren Nordseite jetzt das Dorf Thammmühl steht, ließ Kaiser Karl IV. durch einen hohen Damm absperren. Die oberhalb derselben gelegene Thalweitung wurde hiedurch in einen großen Teich verwandelt, welcher, weil er sehr groß ist und sich bis nahe an Hirschberg erstreckt, der Hirschberger Großteich genannt wird. Seine Ufer werden zum Teil von jungen, alluvialen Bildungen, zum Teil von Quadersandstein gebildet. Der Teich ist von SO nach NW in die Länge gestreckt und entsendet eine breite Bucht nach SW. In sein SO-Ende mündet der Robitzer

Bach ein, aus seinem NW-Ende — durch die Schleußenöffnung im Thammmühl-Damme — tritt er wieder hervor. Sein Spiegel ist 350 ha[1]) groß und liegt 255 m über dem Meere. Der Teich ist an seiner tiefsten Stelle, nahe dem NW-Ende vor der Schleuße, 6 m tief. Der größte Teil desselben hat eine Tiefe von 3 m und von diesem ebenen Grunde steigt das Terrain nach NW allmählich hinab, nach SO allmählich und nach NO und SW ziemlich steil an. Der Hirschberger Großteich enthält ungefähr 10 Millionen Kubikmeter Wasser. Sein NO-Ufer ist einfach, das SW-Ufer ziemlich reich gegliedert. Im Teiche selbst finden sich zwei Inseln, im W der von einer Ruine gekrönte Quaderfelsen des Mäuseschlosses, im O die niedrige, bewaldete Enteninsel. Man pflegt den Teich alle drei Jahre abzulassen und auszufischen, und ihn dann wieder mit jungen Karpfen zu besetzen.

Wir haben im März, Juni und August 1899 und 1900 auf dem Teiche gearbeitet. Er war zu dieser Zeit fast ganz gespannt.

Im März hatte das Wasser durchaus eine Temperatur von $+4^{\circ}$ und an schattigen Uferstellen eine Eisdecke. Im Juni wurden an der Oberfläche Temperaturen von 19.3—21.3 und am Grunde solche von 18—19.5 beobachtet. Im August betrug die Oberflächentemperatur 18.8—20°, jene des Grundes 17.5—19°.

Zur Erbeutung des Planktons bedienten wir uns eines Schließnetzes. Das Netz — Dufour-Seidengaze, 34 Fäden auf den cm — ist an einen rechteckigen, 30 cm breiten und 25 cm hohen Eisenrahmen befestigt und rückwärts, wie gewöhnlich offen, um hier an den Hals des gläsernen Fanggefäßes gebunden zu werden. Der Rahmen wird an ein 2 m langes Eisenrohr geschraubt, zu dessen Verlängerung zwei weitere, je 2 m lange, anschraubbare Rohre dienen. Die Röhren werden nach Bedarf zusammengeschraubt, das Netz in die gewünschte Tiefe (0—6 m) hinabgelassen und dann das obere Ende des Netzstieles durch eine Klemmschraube am Hinterende des Bootes befestigt. An die Seiten des Rahmens sind zwei Schnüre geheftet, die sich weiterhin zu einer vereinigen, welche vom Bug des Bootes aus so angezogen und dann dort befestigt wird, dass der Netzstiel senkrecht herabhängt: bei der Bewegung des Bootes nach vorne verhindert diese Schnur ein Zurückbleiben des Netzes und Schiefwerden des Netzstieles. In den Seitenteilen des eisernen Netzrahmens sind Falze angebracht, in welchen ein Eisenschieber auf und ab geht. Dieser Schieber schließt den Eingang in das Netz vollkommen ab. Oben ist an demselben eine Schnur befestigt. Will man nun in irgend einer Tiefe (zwischen 0 und 6 m) fischen, so lässt man das Netz bis zu dieser hinab, fixiert die Leitschnur und den Netzstiel in entsprechender Höhe, beginnt zu rudern und zieht dann den Schieber mittelst der an demselben befestigten, zum

1) Alle diese Maße beziehen sich auf den Teich, wenn er sich im Zustande voller Spannung (Füllung) befindet.

Boot hinauf reichenden Schnur auf, fährt dann eine Strecke weit, lässt den Schieber wieder hinabfallen und zieht das Netz auf. Vieles von dem gefangenen Plankton befindet sich dann im Fangglase, ein Teil klebt noch am Netz. Letzterer wird in das Glas hineingespült und dieses abgebunden. Nun fügt man dem Wasser im Glase eine kleine Menge konz. alkoholischer Sublimatlösung bei; die Planktonorganismen werden getötet und sinken zu Boden; das über dem Plankton stehende, nun planktonfreie Wasser wird größtenteils abgegossen, der Rest mit dem Bodensatz unter Schwenken in eine Tube geschüttet; in der Tube setzt sich das Plankton wieder ab, die darüber stehende Flüssigkeit wird in das Fangglas zurückgegossen, dieses damit ausgespült und wieder in die Tube geschüttet. Diese Prozedur wiederholt man so lange, bis sich kein Plankton mehr im Fangglase befindet. Hierauf wird die Flüssigkeit in der Tube abgegossen, durch Alkohol ersetzt, eine Etikette mit den nötigen Daten eingelegt und die Tube verschlossen. Das in der Tube abgesetzte Plankton füllt dieselbe dann bis zu einer gewissen Höhe aus, einer Höhe, die leicht gemessen werden kann und aus welcher — da die Dimensionen der Tuben genau bekannt sind — der Kubikinhalt der Planktonmasse bestimmt werden kann.

Dieser Kubikinhalt lässt natürlich noch keinen Schluss auf die thatsächlich in jedem Kubikmeter des durchfischten Wassers vorhandene Planktonmenge zu. Denn wenn man auch die Länge der durchfischten Strecke genau kennt, so weiß man doch nicht, wie viel von der Wassersäule, die das Netz auf seinem Wege passiert hat, durch das Netz hindurch gegangen ist und wie viel davon vor dem Netze ausgewichen ist. Das Wasserquantum V_1, welches thatsächlich das Netz passiert hat und jeder absoluten Planktonquantitätsbestimmung zu Grunde gelegt werden müsste, ist natürlich von dem Volumen V (gleich der Fläche des Netzeinganges $[25 \times 30 = 750\ cm^2]$ multipliziert mit der Länge der durchfischten Strecke) jener Wassersäule abhängig, lässt sich aber daraus nicht genau berechnen, weil die Funktion von $V = f(V)$, welche gleich V_1 ist, sich mit dem Grade der Verlegung der Netzmaschen durch gefangenes Plankton ändern muss und diese Netzmaschenverlegung von der schwankenden Quantität und Qualität des gefangenen Planktons abhängig ist.

Wenn man aber bei jedem Planktonzuge eine gleiche Strecke durchfischt, so werden die nach der oben angegebenen Methode erlangten Kubikinhalte der Planktonmassen in den Tuben doch unter einander vergleichbar sein, obwohl auch dabei die Netzmaschenverlegung die Richtigkeit des Resultates umsomehr beeinträchtigen wird, je größer die Planktonmenge ist.

Wenn man bei jedem Planktonzuge dasselbe Boot benützt, immer gleich kräftig rudert und immer die gleiche Zahl von Ruderschlägen macht, so wird bei jedem immer so ziemlich die gleiche Strecke durch-

fischt werden und es werden die bei diesen Zügen erbeuteten Planktonmengen, wie oben ausgeführt, mit einander hinreichend vergleichbar sein.

Wir haben eine große Zahl solcher Planktonzüge gemacht. Die ersten sind, weil wir da noch nicht so viel Uebung hatten, weniger verlässlich, die letzten 80 aber können weiteren Schlüssen zu Grunde gelegt werden. Aus diesen ergiebt sich, was die quantitative, vertikale Verbreitung des Planktons anbelangt, folgendes:

Es wurden in der angegebenen Weise an der Oberfläche

bei	0	m	Tiefe	durchschnittlich	15 cm³
„	1/4	„	„	„	24 „
„	1/2	„	„	„	24 „
„	3/4	„	„	„	25 „
„	1	„	„	„	20 „
„	1 1/2	„	„	„	27 „
„	2	„	„	„	20 „
„	2 1/2	„	„	„	21 „
„	3	„	„	„	23 „

Plankton erbeutet, woraus erhellt, dass die Oberfläche weniger planktonreich wie die Tiefe ist, dass aber in allen Tiefenschichten von 1/2 bis 3 m hinab so ziemlich die gleiche Planktonmenge (20—27 cm³ per Zug) vorhanden ist.

In Bezug auf die Abhängigkeit der vertikalen Verbreitung des Planktons vom Wetter haben sich folgende Durchschnittsresultate ergeben:

Tiefe m	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
Bei Trocken, Windstille	10	51	33	20	24	24	29	21	23
Bei Trocken, Wind . .	21	21	26	23	21	30	14	18	—
Bei Regen	24	30	29	29	22	—	26	—	—

Es zeigt sich also, dass bei trockenem, windstillen Wetter 1/4 m unter der Oberfläche viel mehr Plankton ist wie in anderen Höhenlagen. Bei Wind und Regen erscheint das Plankton — wohl infolge der durch diese Agentien verursachten Bewegung und Durchmischung des Wassers — gleichmäßiger verteilt. Bei Wind ist die Tiefe, 2 m und darüber, auffallend planktonarm.

Die horizontale Verbreitung des Planktons ist durchaus keine gleichmäßige: einige Teile des Teiches sind viel planktonreicher als andere.

Die durchschnittliche Planktonmenge des mittleren, zwischen den beiden Inseln gelegenen Teiles des Teiches betrug 40 cm³; zwischen dem Mäuseschloss und dem westlichen Strande wurden durchschnittlich 38 cm³ erbeutet; südöstlich und nordöstlich vom Mäuseschloss durchschnittlich 28 cm³, in allen übrigen Teilen des Teiches weniger als 27 cm³; am planktonärmsten erwies sich das Westende des Teiches mit durchschnittlich 12 und das nordöstlich von der Enteninsel gelegene

Gebiet mit 11 cm³. Der große Planktonreichtum des Wassers in der Umgebung des Mäuseschlosses (28—40 cm³ per Zug), ein Planktonreichtum, wie er in keinem anderen Teile des Teiches angetroffen wurde, ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass der Mäuseschlossfelsen ein Möwen-Brut und -Schlafplatz ist.

Als wir am 6. Juni 1899 diesen Felsen besuchten, war er von hunderten von Möwennestern bedeckt. Viele davon enthielten Eier, andere kürzlich ausgeschlüpfte Junge, noch andere waren leer; überall saßen weiter entwickelte Junge und in der Luft flogen hunderte von Möwen umher. Im August wurde dann beobachtet, dass die Möwen den Mäuseschlossfelsen als Schlafplatz benützten.

Hieraus ergiebt sich, dass sich die Möwen viel in der Nähe des Mäuseschlosses herumtreiben. Große Mengen von Möwenexkrementen werden hier ins Wasser fallen und den das Mäuseschloss umgebenden Teil des Teiches den Sommer hindurch immerfort reichlich düngen. Die Möwenexkremente werden in diesem Teichteile eine reiche Entfaltung des Lebens von Bakterien und verwandten Organismen ermöglichen, die dann Infusorien zur Nahrung dienen und diese Protisten werden es den Crustaceen des Planktons ermöglichen, sich hier reichlich zu ernähren und rasch zu vermehren.

Im Hirschberger Großteich-Plankton wurden *Navicula*, *Surirella*, *Asterionella*, *Atheya*, *Staurastrum gracile*, *Pediastrum boryanum*, *P. pertusum*, *Ceratium*, *Peridinium*, *Mastigocerca*, *Cyclops istrenuus*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, andere Bosminaarten, *Daphnella*, *Diaptomus*, *Leptodora* etc. gefunden. In den verschiedenen Planktonproben waren die relativen Mengenverhältnisse dieser Organismen verschiedene. Nach Durchprüfung derselben haben wir die Proben nach ihrer qualitativen Beschaffenheit in 5 Gruppen (A—E) geordnet, wie folgt:

	A	B	C	D	E
Cyclops	41	60	63	33	47
Daphnia	8	12	16	11	8
Bosmina	34	11	11	1	9
Daphnella	9	3	1	1	1
Diaptomus	1	1	0	0	0
Leptodora	0	4	0	2	12
Mastigocerca	2	1	1	1	1
Ceratium	5	8	8	51	22

Die Zahlen sind durchschnittliche Prozente der ähnlichen Kombination, die in einer Gruppe vereint wurden; sie beziehen sich auf die Zahl der Individuen der angeführten, den größten Teil des Planktons bildenden Gattungen, die in den einzelnen Proben gezählt wurden.

Trotz ihrer geringen Genauigkeit geben die Zahlen eine gute Vorstellung von den verschiedenen Organismenkombinationen, die angetroffen wurden.

Zwei von den 80 Zügen, die wir hier in Betracht ziehen, waren so reich an Schlamm (zu nahe dem Grunde geführt), dass die Zählung nicht durchgeführt werden konnte. Von den übrigen 78 gehörten 2 der Gruppe C, 5 der Gruppe E, 22 der Gruppe A, 23 der Gruppe B und 26 der Gruppe D an.

In Bezug auf die Tiefe, in welcher die verschiedenen Gruppen vorherrschen, besteht zwischen den reich vertretenen Gruppen A, B und D kein wesentlicher Unterschied: die Durchschnittstiefe der 23 Züge, welche Gruppe B ergaben, betrug 913 mm; die Durchschnittstiefe der 26 Züge, die Gruppe D ergaben, 962 mm; und die Durchschnittstiefe der 22 Züge, die Gruppe A ergaben, 1032 mm. Die Durchschnittstiefe der Gruppe E (5 Züge) beträgt 500, jene der Gruppe C (2 Züge) 250 mm.

Was die horizontale Verbreitung der Gruppen anbelangt, ist zu bemerken, dass A in den schmalen, ins Land eindringenden Buchten, B in der Mitte des Teiches vorherrscht; D ist in allen Teilen des Teiches ziemlich gleich häufig angetroffen worden.

In Bezug auf das Verhältnis der Menge zur Zusammensetzung des Planktons ergiebt sich, dass von D durchschnittlich 34.5 cm^3, von E 31.5, von B 30.5, von C 27 und von A 19.5 cm^3 per Netzzug erbeutet wurden: das reichste Leben ist dort, wo B, D und E vorkommen.

Länger fortgesetzter Arbeiten wird es bedürfen, um Aufschlüsse über die Beziehungen des Planktons zur Jahreszeit und zu der seit dem letzten Ablassen des Teiches verstrichenen Zeit zu erlangen. Eingehendere Studien werden erforderlich sein, um die Planktonfauna in systematischer Hinsicht genauer zu bestimmen. Andere Methoden werden angewendet werden müssen, um die absoluten Planktonmengen per Kubikmeter Wasser feststellen zu können. So ist denn die Arbeit am Großteich nichts weniger als eine abgeschlossene und können die oben angeführten Ergebnisse nur als vorläufige betrachtet werden — trotzdem glaubte ich, dass denselben hinreichendes Interesse innewohne, um ihre Veröffentlichung zu rechtfertigen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft etc. in Böhmen, welche eine Subvention zur Bestreitung der mit dieser Arbeit verbundenen Kosten bewilligt hat; dem Grafen Waldstein, dem Besitzer des Teiches, welcher die Untersuchung nicht nur gestattet, sondern auch in jeder Hinsicht gefördert hat; den Waldstein'schen Beamten, welche uns mit Eifer und Verständnis an die Hand gegangen sind, und meinem Mitarbeiter, Herrn

cand. med. E. Fuchs, welcher sich mit dem Fischen, Bestimmen und Zählen des Planktons sehr viele Mühe gegeben hat, den besten Dank auszusprechen. [35]

Manchot, W., Dr. Priv.-Doz. Ueber freiwillige Oxydation.
Beiträge zur Kenntnis der Autoxydation und Sauerstoffaktivierung.
Mit 3 Figuren. Leipzig, Veit u. Komp., 1900. 48 Stn., 8°.

Der Gedanke, dass die Sauerstoffaufnahme durch die Atmung, sowie alle Vorgänge im Blute sich in einer schwach alkalischen Lösung vollziehen, veranlasste Manchot, die Autoxydation und den Einfluss des Alkalis auf dieselbe experimentell zu studieren. Die Frage, ob neben einer gewissen Menge Sauerstoffes, welche direkt zur Bildung des Oxydationsproduktes verwandt wird, noch eine andere Menge ohne direkte Beteiligung am Oxydationsprozesse in einen besonderen Zustand versetzt wird, diese Frage wird von den verschiedenen Forschern verschiedenen Theorien zu Grunde gelegt. Die Zahl der genauer studierten Fälle von Autoxydation ist namentlich hinsichtlich der organischen Körper noch eine recht kleine. Um einen Einblick in den Mechanismus der Autoxydation zu bekommen, ist es zweckmäßig, möglichst übersichtliche und einfache Prozesse auszuwählen. Dem Experimente am zugänglichsten sind jene Oxydationsprozesse, welche bei Gegenwart von Alkali sich rasch abspielen und bei denen der untersuchte Körper ein gegen molekularen und aktiven Sauerstoff einigermaßen widerstandsfähiges Atomgerüst besitzt, sodass die Reaktion in übersichtlicher Weise verläuft und zu einem Endpunkt führt. Als geeignet erwies sich von den Phenolen z. B. das Oxanthranol, bei dessen Oxydation auf je 1 Molekül verbrauchten Sauerstoffes immer 1 Atom aktiviert wird: oder auf 1 Molekül Gesamtverbrauch an O entsteht stets 1 Molekül H_2O_2 bezw. BaO_2. Außer dem genannten Körper werden noch eine Reihe anderer Phenole und einige Hydrazokörper bezüglich ihrer Autoxydation mit demselben Erfolge untersucht. Die Versuche über den Einfluss des Alkalis auf den Oxydationsverlauf ergaben eine Beschleunigung desselben. Bei dem Pyrogallol und ähnlichen Körpern könnte die Beschleunigung dadurch bedingt sein, dass die Alkalisalze reaktionsfähiger sind als die freien Phenole, indem die Ionen eventuell gegen O reaktionsfähiger sind als die nicht dissociierten Verbindungen. Beim Oxanthranol und anderen untersuchten Phenolen kommt vor allem die Löslichkeit derselben bei Gegenwart von Alkali hierfür in Frage. Eine Ionisierung des Oxanthranols scheint nicht vorhanden zu sein, sodass Manchot eine „katalytische Wirkung" des Alkalis annimmt. Ein gleiches gilt für die untersuchten Hydrazokörper. Im Hinblicke auf die von J. Loeb und Zoeltout beobachtete Erscheinung des beschleunigten Wachstumes von Seeigellarven in mit schwachem Alkali versetztem Seewasser, ferner mit Rücksicht auf andere Beobachtungen, welche eine Erhöhung der Lebensfunktionen darthun, scheinen diese Untersuchungen Manchot's auch von größtem biologischen Interesse, zumal J. Loeb sich dahin ausspricht, dass die Alkalien die Oxydationsvorgänge in tierischen Geweben beschleunigen. **R. F. Fuchs** (Erlangen). [22]

Ocelli der Insekten.

Von Dr. phil. **Othmar Em. Imhof** (Aroviensis).

Die Litteratur der Klasse der Insekten dürfte wohl die reichste aller Tierklassen sein und die Zahl der bisher aufgestellten Species übertrifft die Hälfte aller uns bekannten Tierspecies in bedeutendem Maße. Von Insekten kennen wir ca. 281000 Species, von Tieren im Ganzen etwa 400000.

Die Litteratur über die Organsysteme und Organe der Insekten ist verhältnismäßig sehr klein.

Eine besondere Lücke erweist die Kenntnis über die Zahl, Stellung und äußere Gestaltung der Sehorgane, diese wichtigsten zum Teil eigenartigen Sinneswerkzeuge der fliegenden Tierwelt, speziell der einfachen Insektenaugen, Punktaugen, Ocelli.

Wenn ich es wage, die ganze Klasse der Insekten auf diese einfachsten Sehorgane zu durchforschen, so bin ich mir wohl bewusst ein ungeheures Gebiet durchsehen zu wollen, das Gebiet wird aber täglich größer, so dass ich die Arbeit für eine Grundlage nicht scheue.

Ocelli: Isolierte oder Einzelwerkzeuge, einfache korneale Kugelsegmenterhebungen auf der Kopfoberfläche. Anzahl 1, 2 meist 3, wenige Fälle mit größerer Zahl z. B. 6 und 12, nur die Ordnung der *Collembola* besitzt in allgemeinerer Verbreitung, bis 18, mehr als 3 Ocellen. Vorwiegend finden sich 3 Punktaugen in Dreieckstellung auf der Stirnfläche, selten in Gruppen mehrerer nahe der Seiten des Kopfes, sehr selten treffen wir diese Organe auf der Unterseite des Kopfes.

Ich wähle als erste Ordnung zu dieser Studie die *Diptera* und basiere die Darstellung auf zwei Werte, zwar nicht mehr neueren Erscheinens: Meigen, Europäische zweiflügelige Insekten 1818—1838 und Schiner, Fauna Austriaca, *Diptera* 1862—1864.

Zahl der Ocelli.

Ausstattung der Familien mit Punktaugen.

Subordo *Nematocera.*

1. Fam. *Chironomidae.* Punktaugen fehlen oder nur in Spuren erkannt.
2. Fam. *Cecidomyidae.* Ohne oder mit 3 Punktaugen.
3. Fam. *Culicidae.* Keine Punktaugen.
4. Fam. *Psychodidae.* Keine Punktaugen.
5. Fam. *Simulidae.* Keine Punktaugen.
6. Fam. *Bibionidae.* 3 Punktaugen.
7. Fam. *Mycetophilidae.* 2 und 3 Punktaugen.
8. Fam. *Rhyphidae.* 3 Punktaugen.
9. Fam. *Tipulidae.* 0, 2 und 3 Punktaugen.

Subordo *Hypocera.*

1. Fam. *Phoridae.* 3 Punktaugen.

Subordo *Brachycera.*

1.	Fam. *Oestridae.*	3 Punktaugen.
2.	Fam. *Conopidae.*	0 und 3 Punktaugen.
3.	Fam. *Syrphidae.*	3 Punktaugen.
4.	Fam. *Pipunculidae.*	3 Punktaugen.
5.	Fam. *Lonchopteridae.*	3 Punktaugen.
6.	Fam. *Platypezidae.*	3 Punktaugen.
7.	Fam. *Dolichopidae.*	0 und 3 Punktaugen.
8.	Fam. *Leptidae.*	3 Punktaugen.
9.	Fam. *Therevidae.*	3 Punktaugen.
10.	Fam. *Scenopinidae.*	3 Punktaugen.
11.	Fam. *Midasidae.*	3 Punktaugen.
12.	Fam. *Asilidae.*	3 Punktaugen.
13.	Fam. *Empidae.*	3 Punktaugen.
14.	Fam. *Acroceridae.*	0, 2 und 3 Punktaugen.
15.	Fam. *Bombylidae.*	3 Punktaugen.
16.	Fam. *Nemestrinidae*	3 Punktaugen.
17.	Fam. *Tabanidae.*	0 und 3 Punktaugen.
18.	Fam. *Coenomyidae.*	3 Punktaugen.
19.	Fam. *Xylophagidae.*	3 Punktaugen.
20.	Fam. *Stratiomyidae.*	3 Punktaugen.
21.	Fam. *Muscidae.*	0 und 3 Punktaugen.

Subordo *Pupipara.*

1.	Fam. *Hippoboscidae.*	0 und 3 Punktaugen.
2.	Fam. *Nycteribidae.*	2 Punktaugen.

Größe der Ocelli.

Die Punktaugen der Insekten sind allgemein sehr klein, selbst bei größeren Dipteren von nahe 2 cm Körperlänge nur mit dem Mikroskop erkennbar. Ausnahmen bilden 1 Genus der *Cecidomyidae*, die Mehrzahl der Genera der *Mycetophilidae* und ganz wenige *Brachycera.* Die Ocellen der *Nematocera* sind im allgemeinen etwas größer als die der *Brachycera.*

Fam. *Cecidomyidae. Catocha* Hld. 3 Punktaugen ungleicher Größe.

Fam. *Mycetophilidae.*

Die Oberen sind ansehnlich größer als die Unteren: *Bolitophila* Mn., *Mycetobia* Mn., *Sciophila* Mn. Hervortretende Größe der oberen Ocelli besitzen: *Sciara* Mn., *Macrocera* Mn., *Ceroplatus* Bsc., *Platyura* Mn., *Gnoriste* Mn., *Glaphyroptera* Wtz., *Leia* Mn.

Fam. *Muscidae. Heteromyza* Fn. Unteres Punktauge größer als die Oberen.

Fam. *Empidae. Hilara* Ma. 3 große Punktaugen.

Anordnung der Ocelli.

Wir finden folgende Stellungsverhältnisse:

1. 1 oberes, mittleres und 2 untere seitliche Ocellen. *Glaphyroptera* Wtz., seltene Position.
2. 3 Ocellen auf gleicher oder annähernd gleicher Höhenlage, in einer Querlinie.

Fam. *Mycetophilidae. Ditomyia* Wtz., *Bolitophila* Mn., *Ceroplatus* Bsc., *Empalia* Wtz., *Tetragoneura* Wtz., *Syntemna* Wtz., *Anaclinia* Wtz., *Phthinia* Wtz.

3. 2 obere, 1 unteres Punktauge, verbreitetste Position.

a) Die drei Ocellen dicht aneinander liegend. z. B.

Fam. *Asilidae. Laphria* Mn., *Asilus* v. L.

b) Distanz zwischen den 2 oberen größer, ein niedriges Dreieck bildend.

Fam. *Mycetophilidae*, *Platyura* Mn., *Boletina* Stgr., *Gnoriste* Mn., *Azana* Wlkr.

c) Ocellen in gleichseitigem Dreieck.

Die große Mehrzahl der *Diptera*, besonders der *Brachycera*.

d) Die 2 lateralen nahe an den Facettenaugen.

Fam. *Mycetophilidae. Mycetophila* Mn., *Cordyla* Mn. mit nur 2 Ocellen. *Docosia* Wtz., *Brachypeza* Wtz., *Rymosia* Wtz. mit 3 Ocellen.

Fam. *Tipulidae. Cylindrotoma* Mqt., nur 2 Ocellen, undeutlich.

e) Mittleres Punktauge, weiter entfernt nahe der Gesichtsmitte, z. B.:

Fam. *Nemestrinidae. Hirmoneura* Mn.

Fam. *Stratiomyidae. Sargus* Fs. eine Species. Nicht eingereihte Genera.

Blepharicera Mqt. 3 Punktaugen. *Macropeza* Mn. Angeblich ohne, nach Schiner 3. *Spodius* Lw. 3 Punktaugen. *Brachyneura* Zdt. 3 Punktaugen.

Es fehlen also den folgenden Familien die Ocellen vollkommen.

Nematocera. 1 *Culicidae*, 2 *Psychodidae*, 3 *Simulidae. Hypocera* —. *Brachycera* —. *Pupipara* —.

Nur Spuren von Punktaugen wurden erkannt.

Nematocera. 1 *Chironomidae.*

Zum Teil mit z. T. ohne Punktaugen sind:

Nematocera. 1 *Tipulidae. Hypocera* —. *Brachycera.* 1 *Conopidae*, 2 *Dolichopidae*, 3 *Acroceridae*, 4 *Tabanidae*, 5 *Muscidae. Pupipara.* 1 *Hippoboscidae.*

Keine, 2 und 3 Punktaugen finden sich bei:

Nematocera, 1 *Tipulidae. Hypocera* —. *Brachycera.* 1 *Acroceridae*,

2 und 3 Punktaugen treffen wir bei:

Nematocera. 1 *Mycetophilidae.*

Nur 1 Punktauge haben keine Dipteren.

2 Punktaugen begegnen wir bei den folgenden Genera.

Nematocera. Mycetophilidae, *Mycetophila* Mn., *Cordyla* Mn.; *Tipulidae*, *Cylindrotoma* Mqt., *Trichocera* Mn. *Hypocera* —. *Brachycera. Acroceridae*, *Ogcodes* Lll. (Mn. 3), *Opsebius* Cst. *Pupipara. Nycteribidae*; *Nycteribia* Lll.

Zur Orientierung der Vertretung der Familien an Genera und Species die folgende Zusammenstellung aus Schiner's Werk.

33 Familien. 396 Gattungen. 8863 Species.

1.	1 Gattung,	1	Species	Fam.	*Coenomyidae.*
2.	1 „	3	„	„	*Midasidae.*
3.	1 „	4	„	„	*Scenopidae.*
4	1 „	5	„	„	*Rhyphidae.*
5.	4 Gattungen	6	„	„	*Nemestrinidae.*
6.	3 „	7	„	„	*Xylophagidae.*
7.	1 Gattung	12	„	„	*Nycteribidae.*
8.	4 Gattungen	15	„	„	*Oestridae.*
9.	1 Gattung	16	„	„	*Lonchopteridae.*
10.	8 Gattungen	17	„	„	*Hippoboscidae.*
11.	6 „	21	„	„	*Psychodidae.*
12.	7 „	23	„	„	*Acroceridae.*
13.	1 Gattung	27	„	„	*Simulidae.*
14.	3 Gattungen	30	„	„	*Platypezidae.*
15.	3 „	34	„	„	*Pipunculidae.*
16.	5 „	48	„	„	*Culicidae.*
17.	7 „	50	„	„	*Leptidae.*
18.	3 „	61	„	„	*Therevidae.*
19.	8 „	65	„	„	*Conopidae.*
20.	7 „	75	„	„	*Bibionidae.*
21.	4 „	88	„	„	*Phoridae.*
22.	7 „	104	„	„	*Tabanidae.*
23.	16 „	125	„	„	*Stratiomydae.*
24.	19 „	191	„	„	*Bombylidae.*
25.	22 „	246	„	„	*Asilidae.*
26.	30 „	331	„	„	*Dolichopidae.*
27.	39 „	365	„	„	*Tipulidae.*
28.	33 „	489	„	„	*Empidae.*
29.	7 „	552	„	„	*Chironomidae.*
30.	45 „	552	„	„	*Mycetophilidae.*
31.	50 „	576	„	„	*Syrphidae.*
32.	15 „	925	„	„	*Cecidomyidae.*
33.	34 „	3799	„	„	*Muscidae.*

[83]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. April 1901.** **Nr. 7.**

Inhalt: **Bachmann**, Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen. — **Rengel**, Zur Biologie des *Hydrophilus piceus*. — **Zschokke**, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. — **Szymonowicz**, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers.

Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen.

Von **Hans Bachmann** (Luzern).

Vom 23. August bis zum 6. September 1898 wurde von meinem Freunde Dr. G. Burckhardt eine Exkursion an die größern Schweizerseen ausgeführt, um Planktonmaterial zu vergleichenden zoologischen Studien zu sammeln. Dieses Material gab Veranlassung zu der hübschen Arbeit: „Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der größern Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete“ (900). Burckhardt stellte mir in liebenswürdigster Weise das gesammelte Material zum Studium der pflanzlichen Organismen zur Verfügung, wofür ich ihm herzlich danke. Diese Planktonfänge haben den großen Vorzug, dass sie aus Vertikalzügen herrühren und innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit gesammelt wurden. Wenn man bedenkt, wie sehr die Zusammensetzung der Flora je nach der Jahreszeit wechselt, so wird man begreifen, dass Netzfänge verschiedener Seen zu verschiedenen Zeiten ausgeführt, nur mit großer Vorsicht zu Vergleichszwecken benützt werden können. Die mir vorliegenden Vertikalfänge gestatten einigermaßen, die Resultate ihrer Untersuchung zur vergleichenden Planktonforschung zu verwerten. Das ist der Grund, weshalb ich sie veröffentliche, bevor sie durch neuere, sorgfältigere Methoden eine ausgedehntere Bearbeitung erfahren.

Meines Wissens existiert bloß eine einzige übersichtliche Zusammenstellung des pflanzlichen Planktons verschiedener Schweizerseen, von Chodat 1898 publiziert (98). Die orientierende Arbeit von Schröter (97) ist eher als eine Einführung in die Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen zu betrachten. So rechtfertigt

die gegenwärtig vorhandene Litteratur die Publikation der folgenden Untersuchungen voll und ganz.

I. Uebersicht der Seen.

Ich entnehme der Arbeit Burckhardt's folgende orientierende Angaben über die Seen, deren Material mir zur Verfügung stand.

Seen:	Hydrogr. Gebiet	Politisches Gebiet	Höhe über Meer	Fläche in km²	Größte Tiefe m	Fanglokalität und Datum
1. Bodensee	Rhein		395	475,49	252	Lindau, 24. VIII. 98
2. Untersee	Rhein	Schweiz, Baden	394,7	63,03	46	Steckborn, 25. VIII. 98
3. Pfäffikers.	Glatt	Kt. Zürich	541	3,29	36	25. VIII. 98
4. Greifens.	Glatt	Kt. Zürich	439	8,48	34	25. VIII. 98
5. Walensee	Linth		423	23,27	151	Murg, 27. VIII. 98
6. Aegerisee	Lorze	Zug	728	7,00	83	27. VIII. 98
7. Zugersee	Lorze	Zug, Schwyz	417	38,48	198	Immensee, 26. VIII. 98
8. Lungerns.	Sarner Aa	Obwalden	657	0,85	33	4. IX. 98
9. Sarnersee	Sarner Aa	Obwalden	473	7,63	52	4. IX. 98
10. Hallwylers.	Aa	Aargau, Luzern	452	10,31	48	26. VIII. 98
11. Sempachs.	Suhr	Luzern	507	14,28	87	1. IX. 98
12. Brienzers.	Aare	Bern	566	29,95	260	Iseltwald, 5. IX. 98
13. Thunersee	Aare	Bern	560	47,92	217	Spiez, 5. IX. 98
14. Murtners.	Broye	Freiburg, Waadt	433	27,42	48	Murten, 30. VIII. 98
15. Bielersee	Zielkanal	Bern	432	42,16	75	Neuveville, 31. VIII. 98
16. Genfersee	Rhone	Schweiz, Frankr.	372	582,4	309	Marges, 29. VIII. 98
17. Comersee	Adda	Italien	199	145	409	Menagio, 3. IX. 98
18. Luganers.	Tresa	Schweiz, Italien	274	50,46	288	Lugano, 2. IX. 98
19. Langensee	Tessin	Schweiz, Italien	194	212,2	372	Gera-Brisago, 2. IX. 98
20. Wenigerw.	Sitter	St. Gallen	839	0,04		6. IX. 98
21. Klöntalers.	Klön	Glarus	828	1,18		28. VIII. 98
22. Jouxsee		Waadt	1008	9,52	32	29. VIII. 98
23. Brenetssee	Doubs	Neuenburg	753	0,69	32	30. VIII. 98

II. Planktonlisten der einzelnen Seen.

Im Folgenden wende ich als Abkürzungen an:

d = dominierend,
h = häufig,
v = vereinzelt,
ns = nicht selten.

Als „dominierend" wird eine Species bezeichnet, wenn sie in allen Präparaten die vorherrschende ist. Der Ausdruck bedeutet aber nicht eine absolute Menge. „Häufig" nenne ich eine Art, wenn dieselbe in

jedem Präparate in mehreren Exemplaren vorkommt; „vereinzelt", wenn sie bei der ganzen Planktondurchsicht nur in einem Exemplar oder in wenigen (2—3) Individuen auftrat. „Nicht selten" giebt an, dass die betreffende Art in jedem Präparate zu finden war, jedoch bloß in wenigen Exemplaren.

Die Planktonlisten, welche Chodat publizierte, habe ich zum Vergleiche angeführt, woraus man erkennen wird, dass die Untersuchung der Seen noch keineswegs beendigt ist.

1. Bodensee.

Chodat.

Cyclotella bodanica
Fragilaria crotonensis
Asterionella gracillima
Synedra delicatissima
Cyclotella comta var. radiosa
Cyclotella melosiroides
Synedra ulna
Fragilaria virescens
Ceratium hirundinella
Peridinium tabulatum
Sphaerocystis Schroeteri
Botryococcus Braunii
Anabaena circinalis
Stephanodiscus astraea
Diatoma vulgare
Diatoma elongatum
Cymatopleura elliptica
Cymatopleura Solea
Melosira varians
Anabaena flos aquae
Achnantidium flexuosum
Cymbella gastroides
Cymbella affinis
Encyonema caespitosa
Encyonema ventricosa
Tabellaria fenestrata
Tabellaria flocculosa
Nitzschia linearis
Navicula major
Cymbella leptoceras
Cymbella helvetica
Ceratoneis arcus
Closterium strigosum
Closterium lunula
Spirogyra sp.
Pediastrum Boryanum
Scenedesma quadricauda

Eigener Befund.

d: Cyclotella socialis Schütt.
h: Cyclotella bodanica Eul.
ns: Ceratium hirundinella Müller
Fragilaria crotonensis Kitt.
Fragilaria capuzina Desm.
Asterionella gracillima Heib.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Tabellaria fenestrata Ktz.
v: Anabaena circinalis Rabh.
Campylodiscus Noricus Ehr.
Surirella elegans Ehr.
Pediastrum Boryanum Menegh.

2. Untersee.

Eigener Befund:

d: Cyclotella socialis Schütt
Dinobryon sertularia var. thyrsoidea (Chodat) Bachm.
h: Dinobryon stipitatum Stein
Dinobryon stipitatum var. lacustris Chodat
Dinobryon divergens Imh.
Ceratium hirundinella Müller
Botryococcus Braunii Kütz.
Cyclotella bodanica Eulenst.
Asterionella gracillima Heib.
Fragilaria crotonensis Kitton.
Synedra capitata
Melosira crenulata Ktz.
Campylodiscus noricus Ehr.
ns: Anabaena circinalis Rabh.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Tabellaria fenestrata Ktz
Cymatopleura Solea W. Sm.
Fragilaria capuzina Desm.
v: Oscillaria sp.

Merismopedia elegans A. Br.
Eudorina elegans Ehr.
Melosira varians. Ag.
Pleurosigma Spenceri Grun.
Pleurosigma acuminatum Grun.
Tabellaria flocculosa Ktz.

3. Pfäffikersee.

Eigener Befund.

d: Ceratium hirundinella O. F. Müller.
Dinobryon sertularia var. thyrsoidea (Chod.)
h: Dinobryon stipitatum Stein
Anabaena circinalis Rabh.
Asterionella gracillima Heib.
ns: Dinobryon divergens Imh.
Dinobryon cylindricum Imh.
Peridinium cinctum Ehr.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Melosira crenulata Ktz.
Cyclotella comta Ktz.
Fragilaria crotonensis Kitton.
v: Botryococcus Braunii Ktz.
Eudorina elegans Ehr.
Volvox aureus Ehr.
Cyclotella bodanica Eulenst.
Synedra delicatissima W. Sm.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Fragilaria capuzina

4. Greifensee.

Chodat.

Chroococcus minor var. viridis
Sphaerocystis Schroeteri
Eremosphaera viridis
Cosmarium scenedesmus
Dinobryon thyrsoideum
Dinobryon stipitatum var. lacustris
Peridinium tabulatum
Ceratium hirundinella
Asterionella gracillima
Synedra Ulna var. delicatissima
Fragilaria crotonensis
Melosira
Cyclotella operculata
Cyclotella melosiroides

Eigener Befund.

d: Dinobryon divergens Imh.
h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dinobryon stipitatum Stein
Clathrocystis aeruginosa Henf.
Melosira crenulata Ktz.
ns: Peridinium cinctum Ehr.
Anabaena circinalis Rabh.
Coelosphaerium Kützingianum
Asterionella gracillima Heib.
Synedra delicatissima W. Sm.
v: Dynobryon thyrsoideum Chod.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Botryococcus Braunii Ktz.
Oscillaria sp.
Campylodiscus hibernicus var. Noricus, Ehr.
Cymatopleura solea Bréb.
Cyclotella comta Ktz.
Fragilaria crotonensis Kitton.

5. Walensee.

Chodat.

Fragilaria crotonensis
Asterionella gracillima
Cyclotella comta
Synedra delicatissima
Ceratium macroceras
Peridinium tabulatum
Glenodinium pusillum
Oocystis lacustris
Gymnodinium fuscum
Mallomonas acaroides
Dinobryon divergens
Dinobryon cylindricum
Cyclotella melosiroides
Stephanodiscus astraea
Sphaerocystis Schroeteri
Anabaena flos aquae
Chroococcus sp.

Eigener Befund.

d: Fragilaria crotonensis Kit.
h: Ceratium hirundinella O. Müller
Dinobryon divergens Imhof.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Asterionella gracillima Heib.
ns: Synedra delicatissima W. Sm.
Peridinium cinctum Ehrb.
v: Cymatopleura Solea Breb.
Cymatopleura elliptica W. Sm.
Melosira crenulata Ktz.
Fragilaria capuzina Desm.
Cyclotella comta (?*)
Cyclotella bodanica (?*)
Eudorina elegans Ehr.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Botryococcus Braunii Ktz.
Coelosphaerium Kützingianum Näg.

* Die beiden Cyclotellen waren so vereinzelt, dass die Bestimmung nicht ganz sicher ist.

6. Aegerisee.

Chodat.

Chroococcus minutus var. carneus
Gomphosphaeria lacustris
Cyclotella comta var. radiosa
Cyclotella operculata
Cyclotella Kützingiana
Fragilaria crotonensis
Asterionella gracillima
Ceratium hirundinella
Peridinium tabulatum
Gymnodinium fuscum
Stichogloea olivacea var. sphaerica
Dinobryon sertularia
Dinobryon divergens
Dinobryon stipitatum
Nephrocytium Aghardianum
Sphaerocystis Schroeteri
Oocystis sp.

Eigener Befund.

d: Asterionella gracillima Heib.
h: Ceratium hirundinella O. F. Müller.
Cyclotella socialis Schütt.
Fragilaria crotonensis Kitt.
ns: Peridinium cinctum Ehrb.
Dynobryon divergens Imh.
Dinobryon stipitatum Stein
Dinobryon stipitatum var. lacustris Chod,
D. cylindricum Imh.
Anabaena circinalis Rabh.
v: Dinobryon sertularia (thyrsoideum) Stein
Botryococcus Braunii Ktz.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Cosmarium scenedesmus Delp.
Cyclotella bodanica (?) Eul.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Campylodiscus hibernicus var. Noricus Ehr.
Encyonema caespitosum Ktz.
Cymatopleura elliptica W. Sm.
Pleurosigma attenuatum W. Sm.
Synedra delicatissima W. Sm.
Merismopedia sp.
Oscillaria sp.

7. Zugersee.

Chodat.

Gomphosphaeria lacustris
Clathrocystis aeruginosa
Chroococcus minutus var. carneus
Coelosphaerium Kützingianum
Botryococcus Braunii
Raphidium Braunii
Sphaerocystis Schroeteri
Dinobryon stipitatum var. lacustris
Dinobryon divergens
Peridinium tabulatum
Ceratium hirundinella
Glenodinium pusillum
Stichogloea olivacea var. sphaerica
Synedra delicatissima
Fragilaria crotonensis
Cyclotella operculata
C. comta var. radiosa f. spiralis
Asterionella gracillima
Cyclotella melosiroides
Cosmarium scenedesmus

Eigener Befund.

d: Dinobryon divergens Imh.
h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dinobryon stipitatum Stein
Fragilaria crotonensis Kitt.
Cyclotella socialis Schütt
ns: Clathrocystis aeruginosa Henfrey.
Anabaena circinalis Rabh.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Peridinium cinctum Ehrb.
Asterionella gracillima Heib.
Cyclotella comta Ehrb.
Cyclotella melosiroides Kirchner
v: Eudorina elegans Ktz.
Dictyosphaerium pulchellum Chod.
Cosmarium scenedesmus Delp.
Tabellaria fenestrata var. asterionelloides Schroet.
Campylodiscus hibernicus Ehrb.
Dinobryon cylindricum Imh.
Synedra delicatissima W. Sm.

8. Lungernsee.

Eigener Befund.

d: Asterionella gracillima Heib.
h: Oscillatoria rubescens D. C.
Ceratium hirundinella O. F. Müller
ns: Peridinium cinctum Ehrb.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Eudorina elegans Ehrb.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Cyclotella comta Ehrb.
v: Dinobryon stipitatum Stein
Tabellaria flocculosa Ktz.
Surirella biseriata Bréb.
Synedra ulna var. spathulifera Grun.
Synedra delicatissima W. Sm.
Fragilaria crotonensis Kitton.
Anabaena circinalis Rabenh.

9. Sarnersee.

Eigener Befund.

h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dinobryon stipitatum Stein
Asterionella gracillima Heib.
ns: Peridinium cinctum Ehr.
Fragilaria crotonensis Kitton.
Dinobryon divergens Imh.
v: Synedra delicatissima W. Sm.
Synedra ulna var. danica Grun.?
Cyclotella sp.
Oscillatoria rubescens D. C.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Tabellaria flocculosa Ktz.

10. Hallwylersee.

Eigener Befund.

d: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dinobryon = Arten (sertularia var. thyrsoidea, stipitatum)
Anabaena circinalis Rabh.
Botryococcus Braunii Ktz.
h: Clathrocystis aeruginosa Henf.
Oscillatoria rubescens D. C.
Synedra delicatissima W. Sm.
ns: Peridinium cinctum Ehr.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Asterionella gracillima Heib.
Cyclotella socialis Schütt
Fragilaria crotonensis Kitton.
Dinobryon cylindricum Imh.
Dinobryon divergens Imh.
v: Chlorangium stentorinum Stein
Tabellaria fenestrata Ktz.
Eunotia lunaris Grun.
Synedra capitata Ehr.
Cyclotella sp.

11. Sempachersee.

Eigener Befund.

d: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dinobryon divergens Imh.
h: Peridinium cinctum Ehr.
Asterionella gracillima Heib.
Chlorangium stentorinum Stein
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Botryococcus Braunii Ktz.

ns: Fragilaria crotonensis Kitton.
Cyclotella comta Ehr.
Cymatopleura elliptica W. Sm.
Dinobryon stipitatum Stein
Anabaena circinalis Rabh.
Cosmarium scenedesmus Delp.
v: Synedra capitata Ehrb.
Synedra delicatissima W. Sm.
Surirella biseriata Bréb.
Pleurosigma attenuatum W. Sm.
Campylodiscus hibernicus Ehr.
Pandorina morum Bory
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Dinobryon cylindricum Imh.
Cyclotella catenata Brun.
Cyclotella melosiroides Kirchner
Cyclotella stelligera Cléve.

12. Brienzersee.

Chodat.

Ceratium hirundinella
Cyclotella comta var. radiosa
Cyclotella operculata
Cyclotella melosiroides
Synedra ulna var. delicatissima
Mallomonas acaroides
Sphaerocystis Schroeteri
Fragilaria capuzina

Eigener Befund.

h: Ceratium hirundinella O. F. M.
Asterionella gracillima Heib.
ns: Dinobryon divergens Imh.
Fragilaria crotonensis Kitt.
Peridinium cinctum Ehrb.
v: Tabellaria fenestrata Ktz.
Cyclotella
Campylodiscus Noricus Ehrb.
Synedra Ulna Ehrb.
Pleurosigma attenuatum W. Sm.
Oscillatoria rubescens D. C.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.

13. Thunersee.

Chodat.

Ceratium hirundinella
Ceratium cornutum
Glenodinium pusillum
Dinobryon cylindricum
Sphaerocystis Schroeteri
Oocystis lacustris
Cyclotella comta var. radiosa
Cyclotella comta var. comensis
Mallomonas acaroides
Cyclotella operculata
Botryococcus Braunii
Fragilaria crotonensis

Eigener Befund.

d: Asterionella gracillima Heib.
h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Cyclotella bodanica f. lemanica
ns: Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Synedra ulna var. splendens
v: Fragilaria crotonensis Kitt.
Oscillatoria sp.
Peridinium cinctum Ehrb.
Synedra delicatissima W. Sm.
Cyclotella melosiroides Kirchner
Cyclotella comta Ehrb.

14. Murtnersee.

Chodat.

Vorherrschend:
Oscillatoria rubescens
Asterionella gracillima
Mallomonas acaroides
Beobachtete Arten:
Gomphosphaeria lacustris
Oscillatoria rubescens
Anabaena flos aquae
Stichogloea olivacea var. sphaerica
Chroococcus minutus var. lacustris
Sphaerocystis Schroeteri
Ceratium hirundinella
Botryococcus Braunii
Peridinium tabulatum
Melosira orichalcea
Melosira arenaria
Melosira varians

Cymatopleura elliptica
Diatoma elongatum
Tabellaria fenestrata
Tabellaria flocculosa
Rhizosolenia longiseta
Fragilaria crotonensis
Stephanodiscus astraea

Eigener Befund.

h: Ceratium hirundinella O. F. M.
Campylodiscus Noricus Ehrb.
Cymatopleura Solea W. Sm.
Cymatopleura elliptica W. Sm.
Surirella robusta var. splendida Ehrb.
Asterionella gracillima Heib.
ns: Dinobryon stipitatum Stein
Dinobryon divergens Imh.
Peridinium cinctum Ehrb.
Merismopedia glauca
Fragilaria crotonensis Kitt.
v: Clathrocystis aeruginosa Henf.

15. Bielersee.

Chodat.

Charakteristische Arten:
Oscillatoria rubescens
Stephanodiscus astraea
Rhizosolenia longiseta

Vorherrschende Arten:
Asterionella gracillima
Fragilaria crotonensis
Ceratium macroceros

Beobachtete Arten:
Anabaena flos aquae
Oscillatoria rubescens
Gomphosphaeria aponina
Gomphosphaeria lacustris
Chroococcus minutus var. carneus
Merismopedia glaucum
Sphaerocystis Schroeteri
Oocystis lacustris
Botryococcus Braunii
Dactylococcus lacustris
Hyalotheca dissiliens
Closterium Nordstettii
Raphidium Braunii
Stichogloea olivacea v. sphaerica
Dinobryon cylindricum
Dinobryon lacustre
Dinobryon sertularia
Dinobryon subdivergens
Ceratium hirundinella
Peridinium tabulatum
Peridinium cinctum
Glenodinium pusillum
Gymnodinium fuscum
Mallomonas acaroides
Rhizosolenia longiseta
Stephanodiscus astraea
Melosira orichalcea
Cyclotella comta var. radiosa
Cyclotella bodanica
Nitzschia sigmoidea
Asterionella gracillima
Fragilaria crotonensis
Cymatopleura elliptica
Cymatopleura Solea
Melosira catenata
Cyclotella melosiroides
Tabellaria flocculosa
Diatoma vulgare
Diatoma elongatum
Synedra delicatissima
Synedra ulna var. longissima
Tabellaria fenestrata
Fragilaria virescens

Eigener Befund.

d: Fragilaria crotonensis Kitton.
h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Asterionella gracillima Heib.
Cyclotella comta Ktz.
Cyclotella operculata Ktz.
ns: Botryococcus Braunii Ktz.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Synedra delicatissima W. Sm.
Cymatopleura Solea W. Sm.
Dinobryon divergens Imhof
Dinobryon stipitatum Stein
v: Anabaena circinalis Rabh.
Peridinium cinctum Ehrb.
Fragilaria virescens Ralfs
Fragilaria construens Ehrb.
Pleurosigma attenuatum W. Sm.

Pleurosigma acuminatum Grun.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Diatoma vulgare Bory
Surirella biseriata Bréb.
Cymbella lanceolata Ehrb.
Cymbella amphicephala Naeg.
Epithemia gibba Ktz.
Melosira crenulata Ktz.
Synedra capitata Ehrb.

16. Genfersee.

Chodat.

Botryococcus Braunii
Oocystis lacustris
Sphaerocystis Schroeteri
Nephrocytium Aghardianum
Dactylococcus lacustris
Gonatozygon Ralfsii
Closterium gracile
Closterium aciculare
Mougeotia gracillima
Gonatozygon Brebissonii
Hyalotheca dissiliens
Raphidium Braunii
Stichogloea olivacea
Dinobryon divergens
Dinobryon cylindricum
Dinobryon stipitatum v. lacustris
Ceratium macroceras
Peridinium tabulatum
Peridinium acuminatum
Glenodinium pusillum
Gymnodinium fuscum
Asterionella gracillima
Cyclotella comta
Cymatopleura elliptica
Fragilaria crotonensis
Tabellaria flocculosa
Synedra Ulna v. longissima
Anabaena flos aquae
Merismopedia elegans
Oscillaria tenuissima
Coelosphaerium

Eigener Befund.

d: Fragilaria crotonensis Kitton
h: Cyclotella bodanica var. lemanica Müller
Cyclotella melosiroides Kirchner
Cyclotella catenata Brun.
Botryococcus Braunii Ktz.
Anabaena circinalis Rabh.
Ceratium hirundinella O. F. Müller
ns: Asterionella gracillima Heiberg
Surirella elegans Ehr.
Cymatopleura Solea W. Sm.
Cymatopleura elliptica Bréb.
Campylodiscus hibernicus var. Noricus Ehr.
Navicula major Kütz.
Pleurosigma acuminatum Grun.
v: Peridinium cinctum Ehrb.
Dinobryon stipitatum Stein
Merismopedia glauca Naeg.
Merismopedia violacea Kütz.
Sphaerocystis Schroeteri Chodat
Nitzschia sigmoidea W. Sm.
Synedra ulna Ehrb.

17. Comersee.

Eigener Befund.

d: Fragilaria crotonensis Kitton.
h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dictiosphaerium pulchellum
ns: Dinobryon stipitatum Stein
Cyclotella comta var. radiosa Grun.
Asterionella gracillima Heib.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Eudorina elegans Ehrb.
Anabaena circinalis Rabh.
v: Gomphosphaeria lacustris Chod.
Clathrocystis aeruginosa Henfr.
Dinobryon divergens Imh.
Synedra delicatissima W. Sm.
Fragilaria capuzina Desm.

18. Luganersee.

Chodat.

Anabaena circinalis
Orillatoscia prolifica
Gomphosphaeria lacustris
Botryococcus Braunii
Chroococcus minutus

Dactylococcus lacustris
Ceratium hirundinella
Mallomonas acaroides
Stichogloea olivacea var. sphaerica
Sphaerocystis Schroeteri
Asterionella gracillima
Cyclotella comta var. radiosa
Cyclotella melosiroides
Fragilaria crotonensis
Dinobryon stipitatum

Eigener Befund.

h: Clathrocystis aeruginosa Henf.
Ceratium hirundinella O. F. Müller
Fragilaria crotonensis Kitt.
Asterionella gracillima Heib.
ns: Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Dinobryon stip. var. bavaricum
Dinobryon cylindricum Ehrb.
v: Dinobryon stipitatum Stein
Chlorangium stentorinum
Peridinium cinctum Ehrb.
Anabaena circinalis Rabh.
Oocystis lacustris Chod.
Chroococcus minutus Chod.
Eudorina elegans Ehrb.
Volvox aureus?
Cyclotella sp.

19. Langensee.

Chodat.

Gomphosphaeria lacustris
Botryococcus Braunii
Sphaerocystis Schroeteri
Raphidium Braunii
Dactylococcus lacustris
Oocystis lacustris
Scenedesmus quadricauda
Ceratium hirundinella
Peridinium tabulatum
Fragilaria crotonensis
Fragilaria capuzina
Synedra ulna var. longissima
Synedra delicatissima
Asterionella gracillima
Cyclotella comta
Cyclotella bodanica
Melosira varians
Eudorina elegans
Melosira orichalcea
Melosira Roeseana
Melosira Binderiana
Fragilaria capuzina

Eigener Befund.

d: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Dinobryon stipitatum Stein
Fragilaria crotonensis Kitt.
h: Dinobryon divergens Imh.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Eudorina elegans Ehrb.
Cyclotella sp.
ns: Anabaena circinalis Rabh.
Clathrocystis aeruginosa Henf.
Dyctyosphaerium pulchellum Chod.
Asterionella gracillima Heib.
Synedra ulna var. longissima W. Sm.
Tabellaria fenestrata var. asterionelloides Schröter
Cyclotella sp.
v: Melosira varians
Melosira crenulata Ktz.
Surirella elegans Ehrb.
Oscillatoria rubescens D. C.
Peridinium cinctum Ehrb.

20. Wenigerweiher.

Eigener Befund.

h: Volvox aureus
ns: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
v: Pandorina morum
Eudorina elegans Ehr.
Fragilaria crotonensis Kitton.
Fragilaria capuzina Desm.

21. Klöntalersee.

Eigener Befund.

ns: Ceratium hirundinella O. F. Müller
Fragilaria crotonensis Kitton.
Asterionella gracillima Heib.
v: Campylodiscus hibernicus var. Noricus Ehr.

Tabellaria fenestrata Ktz.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Synedra ulna Ehrb.
Surirella splendida W. Sm.
Dinobryon divergens Imh.
Gomphosphaeria lacustris Chod.

22. Jouxsee.

Chodât.

Lac de Joux et Brenets.

Vorherrschende Arten:
Fragilaria crotonensis
Raphidium Braunii
Chroococcus minutus var. carneus
Stichogloea olivacea var. sphaerica

Beobachtete Arten:
Gomphosphaeria lacustris
Chroococcus minutus var. carneus
Coelosphaerium Kützingianum
Sphaerocystis Schroeteri
Eudorina elegans
Staurogenia quadrata
Botryococcus Braunii
Nephrocytium Aghardianum
Dactylococcus lacustris
Oocystis lacustris
Cosmarium scenedesmus
Hyalotheca dissilens
Coelastrum sphaericum
Mongeotia gracillima
Stichogloea olivacea var. sphaerica
Cryptomonas ovata
Dinobryon thyrsoideum
Dinobryon stipitatum
Ceratium hirundinella
Peridinium tabulatum
Glenodinium pusillum
Gymnodinium fuscum
Cyclotella operculata
Melosira orichalcea
Melosira distans
Tabellaria flocculosa
Asterionella gracillima
Diatoma vulgare
Melosira granulata
Cymatopleura elliptica

Eigener Befund.

d: Clathrocystis aeruginosa Henf.
Dinobryon
Fragilaria crotonensis Kitt.
h: Ceratium hirundinella O. F. M.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Gomphosphaeria lacustris Chod.
Botryococcus Braunii Ktz.
Melosira crenulata Ktz.
ns: Asterionella gracillima Heib.
Campylodiscus Noricus Ehrb.
Surirella biseriata Bréb.
Cosmarium scenedesmus Deep.
Anabaena circinalis Rabh.
Peridinium cinctum Ehrb.
v: Ceratium cornutum Ehrb.
Pediastrum Boryanum Ehrb.
Eudorina elegans Ehrb.
Oscillaria sp.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Cyclotella
Cyclotella melosiroides Kirchner
Surirella robusta var. splendida W. Sm.
Cymatopleura elliptica W. Sm.
Encyonema caespitosum Ktz.
Navicula radiosa var. acuta Ktz.
Synedra delicatissima W. Sm.

23. See von Brenets.

Eigener Befund.

h: Ceratium hirundinella O. F. Müller
ns: Peridinium cinctum Ehrb.
Pediastrum Boryanum var. genuinum Kirchner
Synedra Acus
Cymatopleura elliptica Bréb.
Surirella elegans Ehr.
Oscillaria sp.
Pleurosigma acuminatum Grun.
Surirella biseriata Bréb.
v: Pediastrum pertusum f. genuinum Kirch.
Coelastrum sphaericum Schmal
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Nephrocytium Aghardianum Naeg.
Closterium bicurvatum
Gomphosphaeria lacustris Chod.

Merismopedia elegans A. Br.
Anabaena circinalis Rabh.
Surirella spiralis Kütz.
Asterionella gracillima Heib.
Tabellaria fenestrata Ktz.
Tabellaria flocculosa Ktz.
Nitzschia sigmoidea W. Sm.
Amphora ovalis Ktz.
Fragilaria crotonensis Kitton
Fragilaria capuzina Desm.
Cymatopleura Solea W. Sm.
Cymbella lanceolata Ehrb.
Cyclotella sp.

III. Bemerkungen über einzelne Planktonten.

1. *Euflagellata.*

Dinobryon.

Die Gattung *Dinobryon* ist im Plankton der Schweizerseen sehr reichlich vertreten. Häufig war sie in folgenden Seen zu treffen: Jouxsee, Langensee, Sarnersee, Sempachersee, Hallwyler-, Zuger-, Walen-, Pfäffiker-, Greifen-, Untersee. Mich interessierte namentlich die Frage nach der Formenmannigfaltigkeit dieses Organismus. Während Zacharias in den Plöner Forschungsberichten Heft Nr. 1 annimmt, es seien nur die zwei Species *D. sertularia* Ehr. und *D. stipitatum* Stein zu unterscheiden und die von Imhof aufgestellten Arten seien nur Varietäten, war man von anderer Seite bestrebt, die Imhof'schen Arten nicht bloß anzuerkennen, sondern sogar noch zu vermehren. Lemmermann (900) scheint diese Imhof'schen Arten noch um einige Varietäten kompletieren zu können. Bis jetzt sind mir folgende Arten und Varietäten durch die Litteratur bekannt geworden:

D. sertularia Ehrb. Kolonie zahlreich. Individuen nicht sehr stark divergierend, oft mit einander fest verwachsen. Gehäuse mit schnabelförmiger Spitze, welche oft etwas gekrümmt ist. Schnabel im vordern Drittel stark zugespitzt und dann becherförmig erweitert. Keine wellenförmigen Wände. Stein T. XII.

„*Dinobryon fruticulosum, majus, loricae singulae prope finem constrictae ostio dilatato, leviter exciso*". Ehrenberg, Infusionst. S. 124.

D. sertularia var. *alpinum* Imhof. „Diese Varietät steht zwischen *D. sertularia* und *D. cylindricum*, gleicht im wesentlichen der erstern Species. Die Gestalt der Gehäuse ist flaschenförmig in den zwei hintern Drittteilen, im vordern Drittteil etwas eingeschnürt und an der Oeffnung wenig erweitert". Länge 0,044—0,064 mm. Größter Durchmesser 0,010 mm. Imhof 87.

D. thyrsoideum Chodat. Kolonie breit angelegt, dicht, nur wenig länger als breit, an *D. sertularia* erinnernd. Die obern Kelche bilden mit den untern, in welchen sie befestigt sind, eine eigentümliche Schlangenlinie. Kelche kaum 2mal länger als breit. Basis kurz kegelförmig, sich bis zum untern Drittteil plötzlich erweiternd, vor der Oeffnung schwach eingeschnürt. Länge 30 μ, Breite 10—12 μ.

D. divergens Imhof. „Das Gehäuse besteht aus einem vordern zylindrischen Teile, am Ende leicht erweitert. Der mittlere Abschnitt zeigt im optischen Längsschnitt eine wellige Begrenzung und geht rasch sich verengend in den etwas gekrümmten spitzen hintern Teil über". Länge 0,056 mm. Imhof 87.

D. cylindricum Imh. Kolonie wenig zahlreich. Gehäuse lang zylindrisch, mit kurzer, leicht gekrümmter Spitze. Länge 84—118 μ. Imhof. Gehäuse sehr stark verlängert und ein wenig breiter als bei *divergens*. Basis kurz, kegelförmig. Gehäuse bis zur Mitte nur wenig verengert, dann etwas schwach verbreitert, 6- bis 7mal länger als breit, oft etwas unregelmäßig gebogen. Kolonie nicht zahlreich. Individuen gerade vorgestreckt und sich leicht von einander trennend. Lg. 70—75 μ. Br. 10—12 μ. Chodat.

D. angulatum (Seligo) Lemm. var. *curvatum* Lemm. Kolonie sehr sperrig, breit, reich verzweigt. Gehäuse mehr oder weniger stark gekrümmt, mit deutlich undulierter Wandung, aus zwei verschieden geformten Bestandteilen bestehend. Vorderer Teil gerade, zylindrisch, mit konkaven Seiten und etwas erweiterter Mündung. Hinterer Teil gekrümmt, kegelförmig, etwas kürzer wie der vordere Teil. Länge 44—50 μ. Breite in der Mitte des vordern Teiles 6 μ. Breite an der Mündung und an der Ansatzstelle des Kegels 8 μ. Lemmermann.

D. stipitatum Stein. Die Kolonie besteht nur aus wenigen, in 2 oder 3, fast parallelen Reihen angeordneten Individuen. Gehäuse lang pfriemenförmig zugespitzt, einem Champagnerglas ähnlich. Stein Taf. XII.

D. stipitatum Stein var. *lacustris* Chodat. Kolonie gleich gebildet wie bei der vorigen Art. Sie zeichnet sich aus durch das Fehlen der langen Spitze, welche bei der Art aus dem Becher herausragt. Chodat.

D. bavaricum Imh. Wohnfach von einem langen Stiel getragen, welcher die Hälfte der gesamten Gehäuselänge ausmacht. An der Mündung verbreitert, ebenso an der Uebergangsstelle von Wohnfach und Stiel. Wellenförmige Kontur vorhanden. Kolonie wenig zahlreich. Lg. 80—88 μ. Durchmesser 9 μ. Stiel 44 μ. Durchm. 3 μ. Imhof.

D. elongatum Imh. Die Gehäuse einer Kolonie besitzen eine konstante Größendifferenz. Die untersten sind die kleinsten, die obersten die längsten und schlankesten. Form der jüngern Gehäuse derjenigen des *D. stipitatum* ähnlich. Kolonie ebenfalls schlank und dicht. Länge der untern Individuen 56 μ, der obersten 92 μ. Imhof 87.

D. elongatum Imhof var. *undulatum* Lemm. Kolonie lang und schmal, dicht gedrängt, wenig verzweigt. Gehäuse zylindrisch, sehr lang gestielt, mit undulierter Wandung. Länge der Gehäuse von unten nach oben allmählich zunehmend. Unterste Gehäuse 49—60 μ lang, 7—9 μ breit. Oberste Gehäuse 82—100 μ lang. 5—7 μ breit.

Lemmermann 1900.

D. petiolatum Dujardin. „Animaux verts dans des urcéoles ou cupules longuement pédonculées, qui partent de l'interieur des cupules plus anciennes; Longueur d'une cupule et d'un animalcule 0,018, longueur du pédoncule 0,08 à 0,10, Longueur du polypier 0,25".
Dujardin 41.

D. Bütschlii Imh. Individuen mehrere hundert. Gehäuse zylindrisch mit schwacher Biegung. Das vordere Drittel der Röhre verengert sich allmählich bis zur Oeffnung um $^1/_3$ des Querdurchmessers. Das Hinterende ist nach einer Seite etwas verjüngt. Lg. 41—45 μ. Durchmesser in der halben Länge 7—8 μ. Durchmesser der Oeffnung 4,8—5,3 μ. Imhof.

D. ? sociale Ehrenb. „*D. fruticulosum, minus, loricae singulae simpliciter conicae ostio truncato*", Ehrenb. Taf. VIII Fig. 9.

Die mir zur Verfügung stehenden Planktonproben haben von den vorerwähnten Formen folgende mit Sicherheit ergeben: *Dinobryon sertularia, thyrsoideum, divergens, cylindricum, stipitatum* var. *lacustris, bavaricum.* Meine Untersuchungen gestatten mir, über die vorerwähnten Artunterscheidungen nähere Angaben zu machen. Zacharias schreibt über diese Gattung: „Je nach den verschiedenen Lokalitäten weichen diese baumförmig angeordneten Monadenkolonien in Bezug auf die Gestalt der Gehäuse, welche den Einzeltieren zur Wohnung dienen, sehr von einander ab. Aber es finden sich auch hier die mannigfaltigsten Uebergänge zwischen den beiden extremen Gruppen, von denen sich die eine durch bauchigere und kurz gestielte Gehäuse, die andere durch solche von lang ausgezogener Form charakterisiert. „Ganz sicher, glaube ich, sind nur 2 Species zu unterscheiden, nämlich *D. sertularia* Ehrb. und *D. stipitatum* Stein" (93). Zacharias erklärt dann alle andern Formen als Varietäten dieser beiden Species. Mit dieser Auffassung kann ich mich nicht einverstanden erklären. Wenn man bei einigen Organismen immer wieder sich klar sein muss, wie der Artbegriff aufgefasst werden muss, so ist es hier der Fall. Die Gattungen *Dinobryon, Ceratium, Cyclotella* verlangen eine völlige Klarheit in der Feststellung des Speciesbegriffes, bevor zur Nomenklatur geschritten werden darf. Als Art bezeichnen wir alle diejenigen Individuen, welche in mehrern wichtigen Merkmalen so übereinstimmen, dass diese Merkmale auch unter den verschiedensten Bedingungen bei der Fortpflanzung sich erhalten. Varietäten stimmen in Habitusmerkmalen mit den Arten überein, lassen aber Merkmale hervortreten, die im Verlaufe der Fortpflanzung infolge veränderter Bedingungen wandelbar sind. Wenn eine Gattung der Planktonten geeignet ist, die Ansicht von der Konstanz der Arten zu erschüttern, so ist es „*Dinobryon*". Ich könnte mich auch so ausdrücken: Wenn es noch Gattungen giebt, die in der Artdifferenzierung begriffen sind, so sind es unter den mir bekannten Planktonten *Dino-*

bryon und *Cyclotella*. Auch von diesem Standpunkte aus, sind wir berechtigt, als Species der Schweizerseen, so weit sie mir bekannt, zu unterscheiden: *sertularia, divergens, cylindricum, stipitatum* und wahrscheinlich *bavaricum*.

Dinobryon sertularia Ehrenb. Chodat unterscheidet *D. sertularia* und *D. thyrsoideum* scharf von einander. Wenn ich aber seine Artdiagnose von *D. thyrsoideum* mit der Zeichnung von *D. sertularia* in Stein (83) vergleiche, so ist es mir unmöglich, treffende Artunterschiede herauszufinden. Chodat's Zeichnung ist ebenfalls zu ungenügend, um die vorerwähnte Species *D. thyrsoideum* zu rechtfertigen. Nach Chodat würden die beiden Arten in folgenden, auch von mir untersuchten Seen auftreten: *D. sertularia*: Bielersee, Aegerisee.

D. thyrsoideum: lac de Joux et Brenets, Greifensee. Meine Planktonproben vom Jouxsee und Greifensee enthielten ein *Dinobryon*, welches Chodat offenbar als *thyrsoideum* bezeichnete. Mit dem besten Willen kann ich diese Form nicht von *D. sertularia* trennen. Meine Zeichnungen stimmen zu sehr mit denjenigen von Stein überein. Im Jouxsee bildete dieses *Dinobryon* dichte Kolonien von großer Individuenzahl. Die einzelnen Kelche waren oft sehr stark divergierend. Das war der nennenswerteste Unterschied von *D. sertularia* nach Stein; aber dieser Unterschied ist nicht so wichtig und konstant, dass eine eigene Species darauf basiert werden kann, sondern er lässt höchstens eine Varietätunterscheidung zu. Die Divergenz der Kelche kommt durch die kegelförmige Basis zu stande. In derselben Kolonie findet man Individuen mit kurz kegelförmiger und solche mit einer länger zugespitzten Basis. Diese Unterschiede sind auch in der Zeichnung von Stein angedeutet. Die kegelförmige Basis scheint häufig mit einer etwas vorspringenden Kante an die Becherwandung eines ältern Kelches befestigt zu sein, wodurch dann die Basis eine eigenartige dick konische oder eine schnabelförmige Gestalt erhält. Die äußere, der Kolonie abgewendete Wandung des Kelches ist in der Mitte bauchig, vor der Mündung und über der Basis konkav, so dass diese Umrisslinie eine schlangenförmige Kurve ergiebt. Die Umrisslinien der einzelnen Kelche setzen sich infolge der Befestigung am Mündungsrande zu einer fortgesetzten Schlangenlinie zusammen. Aber auch dieses Merkmal ist in der Zeichnung von Stein ausgesprochen. Wenn es hier sehr auffällig ist, so rechtfertigt es höchstens eine Varietätabtrennung. Dieser bauchigen Wandung gegenüber ist die Wand nur schwach konvex. Aus dem fixierten Material ist es mir nicht klar geworden, allein die Beschaffenheit des Kelches lässt auf einen bilateral symmetrischen Bau des Einzelindividuums schließen. Die Symmetrieebene würde dann radiär zur Kolonie stehen. Zu dieser Symmetrieebene bilden dann die Kelchwandungen gleichmäßig eingeschnürte und bauchig vortretende Konturen. Die Länge des Gesamtkelches misst

30 μ. Die größte Breite 10 μ. Die Länge der Basis 8 μ. Die Kolonie des Greifensee waren sehr selten, aber analog gebaut. Sehr zahlreich fand sich diese Form im Pfäffikersee, im Hallwyler- und Untersee. Diejenigen im Untersee stimmten mit den vorerwähnten vom Jouxsee vollständig überein, während die Kolonien des Hallwylersee die größte Aehnlichkeit mit den Stein'schen Figuren aufwiesen. Die Messungen ergaben in allen drei Seen eine Länge von 30 μ, bei einer Breite von 10 μ am Kelchrande. Dieses Verhältnis der Länge zum Durchmesser von 3 : 1 giebt dem Individuum ein etwas plumpes Aussehen. Ich komme zu dem Resultate, dass *D. thyrsoideum* keine abzutrennende Species bildet, sondern höchstens eine Varietät von *D. sertularia* Ehrb. darstellt. Unter der letztern Annahme würde die Artdiagnose von *D. sertularia* wie auf S. 16 zu belassen sein und diejenige von

D. sertularia Ehrenb. var. *thyrsoidea* (Chodat) *mihi* lauten: Kolonie zahlreich und dicht. Individuen stark divergierend, bilateral symmetrisch, mit kurz kegelförmiger oder länger schnabelförmiger Basis, am Becherrande eingefügt, ohne gewellte Wände. Becher im ersten und letzten Drittel eingeschnürt. Konturlinie der äußern Wandung aufeinanderfolgender Becher eine Schlangenkurve bildend. Länge 30—37 μ. Breite 10 μ.

Das Plankton vom Bieler- und Aegerisee besaß diese Form nicht, so dass ich die von Chodat bezeichnete Species *D. sertularia* nicht mit *D. thyrsoideum* Chod. vergleichen konnte.

Dinobryon sertularia var. *alpinum* Imhof war nirgends vertreten.

Dinobryon sertularia var. *undulatum*. Forschungsb. II Fig. 3 c. ist *D. divergens*. Dazu ist auch die Fig. 3b im nämlichen Heft, also *D. sertularia* var. *angulatum* zu rechnen.

Dinobryon divergens Imhof.

Diese Form ist als eine wohl unterschiedene Species anzunehmen. Sie ist sehr verbreitet. Ich fand sie in den Planktonproben folgender Seen: Joux-, Klöntaler-, Langen-, Comer-, Bieler , Murten-, Brienzer-, Sempacher-, Sarner-, Hallwyler-, Zuger-, Walen-, Aegeri-, Greifen-, Pfäffiker-, Untersee. Auch diese Individuen sind bilateral symmetrisch gebaut und zwar in der Ebene, in welcher die Becher ihre starke Divergenz nach außen aufweisen. Die Artdiagnose kann folgendermaßen lauten: Kolonie locker, zahlreich. Individuen stark divergierend mit schnabelspitziger Basis. Letztere von der schlank zylindrischen Kelchröhre scharf zu unterscheiden. Wandung mehr oder weniger gewellt, Anzahl der Wellen 2 oder 3, selten zahlreich bis zur Mündung reichend (Jouxsee). Länge des Bechers 30—44 μ. Größte Breite 7—10 μ.

D. sertularia und *D. divergens* können sehr wohl als Vertreter einer Gruppe, der Divergentia aufgefasst werden.

D. cylindricum Imh. Diese Species ist eine wohl unterschiedene

Art. Die Diagnose von Chodat ist bei allen sehr zutreffend, die ich in den vorliegenden Proben konstatierte. Ich fand diese Art in den Seen: Langen-, Sempacher-, Hallwyler-, Zuger-, Aegeri- und Pfäffikersee. Länge 61—74 μ. Breite 8—13 μ, vorh. 10 μ.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Biologie des *Hydrophilus piceus*

von

Dr. C. Rengel, Potsdam.

(Schluss.)

II.

So friedlich die Käfer mit einander leben, so gefährliche Räuber, die sogar unter Umständen ihres Gleichen nicht verschonen, sind die Larven.

Beim Ausschlüpfen aus dem Ei besitzt die junge Larve einen prall mit Dottermassen gefüllten Mitteldarm, so dass sie etwa für 2—3 Tage reichlich mit Nahrung versehen ist. Der Mitteldarm selbst ist anfangs noch keineswegs fertig ausgebildet. Sein Epithel besteht, wenn das junge Tier die Eischale verlässt, aus einer Schicht cubischer Zellen. Diesem Epithelcylinder sitzen außen kleine, zur Zeit noch solide Zellhaufen wie Knöpfchen auf; sie wachsen allmählich, während die Epithelzellen unter ihnen auseinander weichen, zu den großen Darmdivertikeln aus, durch die der Mitteldarm der Larve später ausgezeichnet ist, und deren Länge dann größer ist als der Radius des Darmlumens im Querschnitte.

Die jungen Larven halten sich den ersten Tag im Cocon auf und bleiben die beiden folgenden Tage in der unmittelbaren Nähe desselben, durch ein großes Thor unterhalb des Mastes aus- und eingehend. Um das Ausschlüpfen der einzelnen Larven zu beobachten, hatte ich einen Cocon oben durch ein großes Fenster geöffnet und ihn in ein Gefäß mit wenig Wasser (5—8 mm Tiefe) gesetzt, so dass er auf dem Boden des Gefäßes stand. Die kleinen Larven kamen nach einigen Tagen aus. Etwa 24 Stunden später verließen sie den Cocon, aber nicht durch das künstliche Fenster (fast die ganze Decke war abgetragen), sondern auf dem normalen Wege unter dem Maste.

Sobald die Dottermassen im Mitteldarme auf die Neige gehen, scheinen die Tiere die innere Wandung des Cocons zu benagen, denn diese ist zur Zeit des Ausschlüpfens der Larven aus dem Ei noch dick und fleischig, nach dem Auswandern der Insassen aber papierdünn. Ist auch diese Nahrungsmenge erschöpft, so löst sich der Schwarm auf. Im Alter von etwa 3 Tagen beginnen die jungen Larven ihre eigenen Wege zu wandeln.

Für die weitere Zucht im Aquarium fängt nun eine böse Zeit an, falls es nicht gelingt, geeignete Nährtiere in sehr großen Mengen herbeizuschaffen. Gelingt dies eben nicht, so sind bald die meisten der Larven tot, sie sind dann ihren eigenen Brüdern zum Opfer gefallen. Das kann nicht weiter befremden, denn die Hydrophiluslarven wachsen sehr schnell heran und zeigen infolgedessen eine enorme Gefräßigkeit. Der Bedarf an Nährtieren wird übrigens noch dadurch ganz außerordentlich vermehrt, dass die Larven ihren Opfern nur die Leibesflüssigkeit aussaugen, die festeren Gewebe aber allem Anschein nach ganz unberührt lassen[1]). Im Aquarium werden die fresslustigen Larven also in den allermeisten Fällen nicht Futter genug antreffen und dadurch zum „Kannibalismus" getrieben werden.

Ich bin überzeugt, dass den Hydrophiluslarven in der Freiheit nicht so viel Gefahr von ihresgleichen droht: einmal sind sie sich räumlich nicht so nahe, ganz besonders aber scheint mir der Umstand einen Schluss auf mildere Sitten zuzulassen, dass sie mit einander zu spielen vermögen. Man sieht oft mehrere Larven um einen schwimmenden Gegenstand sich tummeln, den sie von Zeit zu Zeit verlassen und, zu einem dichten Knäuel verschlungen, sich mit einander balgen. Bei Dytiscuslarven habe ich derartiges nicht beobachtet. Nur Aussicht auf Beute oder Furcht vor einem Feinde kann diese zu einer Ortsveränderung veranlassen; sie lauern ganz still im Hinterhalte, öffnen bei der geringsten Bewegung in ihrer Umgebung ganz vorsichtig die Zangen und packen, hervorschnellend, das Tier, welches sich ihnen nähert. Die Hydrophiluslarven dagegen suchen in gemütlichem Tempo ein Pflanzendickicht oder den Grund des Wasserbeckens ab, sie suchen also meist offen, das heißt ohne Deckung für sich selbst, ihre Nahrung auf.

Aus diesem Verhalten beim Fange kann man einen ziemlich sicheren Schluss auf die Nährtiere selbst, denen beide Gattungen nachstellen, machen. Die Dytiscuslarven fangen vornehmlich frei schwimmende Tiere, in erster Reihe Larven von Insekten und Amphibien; die Hydrophiluslarven dagegen suchen vornehmlich kriechende, langsam sich bewegende Tiere auf, insbesondere Mollusken; sie fressen sehr gerne *Physa fontinalis*, *Limnaea ovata* und ähnlich gestaltete Arten. Größere Larven nehmen auch den derberen *Planorbis corneus*

1) W. A. Nagel [28] berichtet, dass die Dytiscuslarven nach dem Ergreifen eines Tieres Speichel in die Wunde fließen lassen, der einerseits giftig wirkt und das Beutetier bald tötet, andererseits ein eiweißlösendes Enzym enthält, so dass nicht nur die Leibesflüssigkeit der Dytiscuslarve zu Gute kommt, sondern auch geformtes Eiweiß in Lösung übergeführt und dann aufgesogen werden kann. „Von Insekten und Spinnen bleibt schließlich fast nichts als die Chitinhülle übrig, von weichhäutigen Tieren nichts als eine durchsichtige, schleimige Masse."

an, in dessen Posthorn sie nicht selten bis zur Hälfte hineinkriechen. Man hört so oft, dass es nicht gelungen sei, Hydrophiluslarven groß zu ziehen. Ganz jungen Larven muss man auch junge, zarte Mollusken zur Verfügung stellen, wenn man sie erhalten will, und in ihrer Beschaffung liegt die große Schwierigkeit für die künstliche Aufzucht, die naturgemäß noch dadurch vergrößert wird, dass der Versuch in der Regel mit einem ganzen Gelege von etwa 50 oder mehr Larven, anstatt mit 3 oder 4 Individuen unternommen wird. Die in größeren Mengen erhältlichen kleineren *Cruster* (*Daphnia*, *Cyclops* u. dgl.) werden, wie eine ganze Reihe von fehlgeschlagenen Versuchen mich überzeugt hat, von den jungen Larven nicht angenommen. Diese Tiere sind ihnen wohl zu flink.

Lyonet [26] hat größere Larven von *Hydrophilus* mit Wasserschnecken und Regenwürmern, Miger [14] mit Wasserschnecken und rohem Fleisch ernährt. In Zeiten, wo der Vorrat an geeigneten Wasserschnecken ausging, habe ich solchen Larven auch Landschnecken: *Helix*, *Succinea* u. dgl. gegeben, die ebenfalls gern gefressen werden. Allerdings ist diese Art der Fütterung nur ein Notbehelf. Man muss sehr häufig die Aquarien revidieren, denn die Landschnecken verlassen so schnell wie möglich das feuchte Element, klettern an der Wandung empor und gelangen so außer Bereich der Larven.

Ich erachte es nicht für ausgeschlossen, dass die Hydrophiluslarven auch in der Freiheit zuweilen Landschnecken, Regenwürmer u. dgl. fressen, denn sie verlassen häufig das Wasser und spazieren am Ufer umher. Eine vorzügliche Gelegenheit, solche „Landpartien" zu beobachten, fand ich vor einer Reihe von Jahren am Kalksee bei Rüdersdorf. Ueber ein breites Wiesenstück am Rande des Sees war vom Lande bis zum offenen Wasser mit weißem Sande ein Fußweg hergestellt worden. Die Schwere des Sandes hatte die aus einer zusammenhängenden Masse bestehende schwimmende Wiese in dem nicht tiefen Wasser auf den Grund hinabgedrückt, so dass zu jeder Seite des Steiges ein Streifen offenen Wassers von etwa ½ m Tiefe entstand. Diese seichten Wasser beherbergten eine reiche Fauna. Hier habe ich manche Stunde zugebracht und das Leben und Treiben der Hydrophiluslarven beobachtet. Da geschah es denn häufig, dass eine Larve das Wasser verließ, scheinbar planlos auf dem Sande umherlief und dann wieder in das Wasser ging. Nicht selten sah ich, wie eine Larve auf der einen Seite aus dem Wasser kam, den Sandwall ohne Aufenthalt überschritt und auf der anderen Seite davonschwamm. — Ein Jahr später zeigte sich dieser Ort wesentlich verändert. Der Weg selbst war mit Gras bewachsen und die Kanäle zu beiden Seiten vollständig mit Sumpfpflanzen erfüllt. Ich habe dann an dieser Stelle nur selten einen Käfer oder eine Larve erbeuten können.

Wenn Hydrophiluslarven im Aquarium nicht hinreichend gefüttert werden, greifen sie ihresgleichen an. Sie packen stets ihr Opfer dicht hinter dem Kopfe und zwar fast immer im Genick, selten seitwärts oder ventral. Aehnlich führen die Dytiscuslarven ihren Angriff aus. A. Weismann [27] schreibt in bezug auf diesen Befund: „Privatim wird mir von einem zuverlässigen Beobachter mitgeteilt, dass die Larve des *Dytiscus marginalis* sogar nach einem gewissen System ihre Angriffe bewerkstelligt, indem sie den Molchen von oben her auf den Rücken dicht hinter dem Kopfe zu kommen sucht."

Für die Hydrophiluslarven gilt das Gleiche; aber ich möchte dem strategischen Momente dabei keine große Bedeutung beilegen. Sowohl die Larve von *Dytiscus* wie die von *Hydrophilus* schwimmt schräg im Wasser mit dem Kopfe nach unten, mit dem Schwanze nach oben. Der durch die beiden großen Tracheenstämme des Abdomens bewirkte Auftrieb hebt das Abdomen und giebt dem Tiere ohne eigenes Zuthun diese Haltung. In der Ruhe sitzen beide Larvenarten dicht unter der Oberfläche an Wasserpflanzen. Sie halten der Atmung halber den Schwanz schräg nach oben, an die Oberfläche; der Kopf ist dann selbstverständlich nach unten gerichtet. Aus dieser Ruhelage heraus, die lediglich durch das Atmungsbedürfnis bedingt ist, werden bei *Dytiscus* die allermeisten Beutetiere ergriffen; während bei *Hydrophilus* die schräg schwimmende Larve von oben her auf das Beutetier stößt. — Andererseits lässt sich nicht leugnen, dass diese Art, andere Tiere zu erfassen, sie nämlich im Genick zu packen, die einzig gefahrlose für den Angreifer (z. B. eine Dytiscuslarve) ist, denn nur so wird es dem Beutetier (z. B. einer Hydrophiluslarve) unmöglich, die eigenen Mandibeln gegen den Leib des Angreifers zu richten und diesen tötlich zu verwunden.

Ueber die Art und Weise, wie die Larven der Hydrophiliden ein ergriffenes Tier aussaugen, berichtet Schmidt-Schwedt [15] folgendes: „Die Nahrung besteht auch bei den Hydrophilidenlarven aus erbeuteten Wassertieren, z. B. Schnecken. Dieselben werden aber nicht durch die Oberkiefer ausgesogen, wie bei den Dytisciden, sondern vor der Mundöffnung mit den Oberkiefern zermalmt und dann die Säfte durch die Mundöffnung aufgesogen, während die Chitinteile vor derselben liegen bleiben. Durch diese eigentümliche Art der Nahrungsaufnahme wird die Gewohnheit der meisten Hydrophilidenlarven bedingt (für *Hydrophilus* selbst habe ich es noch nicht beobachtet), die Beute außerhalb des Wassers zu tragen, den Kopf zu heben, dass die Mundöffnung und die vorliegende Beute gerade nach oben gerichtet ist, und in dieser eigentümlichen Haltung die Beute zu verzehren. Die nicht benutzten Chitinteile werden zuletzt bei Seite geworfen. Im Wasser würde bei dieser Weise der Nahrungsaufnahme ein großer Teil der Säfte der Beute verloren gehen und viel Wasser in den Verdauungs-

kanal aufgenommen werden; in der Luft gelangen nur zum Schluss einige Luftblasen in den Verdauungskanal."

Ich kann diese Angaben, die vornehmlich auf Beobachtungen von *Hydrous caraboides* sich gründen, für *Hydrophilus piceus* nicht bestätigen. Die Hydrophiluslarven können im Wasser fressen, und sie fressen auch in der Regel im Wasser. Ich habe nie gesehen, dass eine Larve mit einem erbeuteten Tier das Wasser verlassen hätte, weder im Freien, wo ich sie oft beim Fraße beobachtet habe, noch in meinem Aquarium, in welchem sich eine schwimmende Insel, ein Brett mit abgeschrägten Kanten, befand, auf dem sie sich sonst vielfach tummelten. Hier mögen auch die ersten fehlgeschlagenen Versuche, welche ich anstellte, um die aus einem Cocon ausschlüpfenden jungen Larven groß zu ziehen, angeführt werden. Ich hatte im Bassin etwa 40 Larven, die aus einem Cocon herrührten. Ich brachte ihnen nun möglichst viele und möglichst verschiedene kleinere Wassertiere, um zu sehen, welche Arten sie fressen würden: Daphniden, Cyclopiden, Blätter mit Kolonien von *Vorticella*, einige Arten von Würmern (z. B. *Nais*), Larven von Köcherfliegen und auch mehrere, aber wohl zu große und daher zu derbe Schnecken. Nicht selten suchten die Cruster an den Larven einen Halt zum Ausruhen und ließen sich dann in Mengen auf sie nieder. Durch die mit spitzen Borsten versehenen Extremitäten der Krebse gereizt, schlugen dann die *Hydrophilus* heftig um sich. Die Larven nahmen aber von dem dargebotenen nichts, sondern überfielen ihre eigenen Brüder. Am Abend des dritten Tages lag eine Anzahl der Larven tot am Boden, am nächsten Abend etwa die Hälfte aller und nach 8 Tagen lebten nur noch zwei Exemplare. Die toten Larven hatten alle im Genick oder seitlich hinter dem Kopfe die verhängnisvolle Wunde erhalten. Da eine Möglichkeit, das Wasser zu verlassen, bei diesem Versuche nicht bestand, so waren sie alle im Wasser ausgesogen, d. h. ihrer Leibesflüssigkeit beraubt worden. Die festeren Gewebe dagegen, vor allem der Darm, waren unverändert.

Die Larve ergreift mit den Mandibeln das Beutetier und drückt diese dann zangenartig zusammen, bis eine von beiden die Haut und den Hautmuskelschlauch durchbohrt hat. Die entstandene Wunde ist nicht groß, weil die Mandibeln an der Spitze ziemlich dünn sind. Nun ist sehr wahrscheinlich, dass die Larve die entstandene Wunde, vielleicht mittels der Vorderbeine, an den Mund bringt und dann zu saugen beginnt. Hinreichender Abschluss gegen das umgebende Wasser ist beim Saugen sicher vorhanden.

Die Larven fressen also im allgemeinen im Wasser. Findet das Fressen in seichtem Wasser statt, so berühren sie mit dem Beutetier den Grund und strecken das Körperende mit den beiden Stigmen zur Oberfläche empor; bei tieferem Wasser stützen sie sich entweder auf Pflanzen oder fressen schwimmend, indem sie so viel Luft einnehmen,

dass sie sich mit dem erbeuteten Tiere an der Oberfläche schwebend erhalten. In der letztern Stellung beobachtete ich eine Larve, die einen *Planorbis corneus* verzehrte, wobei das Mahl über zwei Stunden dauerte.

Dass die Hydrophiluslarven Fischen nachstellen sollten, wie einige Autoren angeben, scheint mir recht fraglich zu sein. Sie nehmen nur flüssige Nahrung zu sich. Wenn sie nun, vorausgesetzt, dass sie überhaupt einen Fisch zu erbeuten vermögen, ihre Mandibeln in den Rücken desselben schlagen, so dürften sie bei dem Saugen an dem derben Muskelfleisch derselben nicht viel gewinnen[1]).

Ebenso unwahrscheinlich erscheint mir die weit verbreitete Meinung, dass die Hydrophiluslarven dem Fischlaich verderblich seien. Ich bin allerdings auch nicht in der Lage, diese Ansicht durch eigene Beobachtungen zu widerlegen. Aber das steht ja doch fest: ganze Eier können die Larven nicht verschlucken, andererseits würden sie nach Zertrümmerung der Eischale im Wasser nur wenig von dem flüssigen Inhalte sich nutzbar zu machen im stande sein.

Gegen Ende des Mai oder zu Anfang des Juni, gerade wenn der *Ranunculus aquaticus* auf unseren Gewässern seine ersten Blüten entfaltet, findet man auch die ersten Eicocons von *Hydrophilus piceus*. Die Hauptsaison der Larven ist demnach der Juni und die erste Hälfte des Juli; vereinzelte Nachkömmlinge findet man auch noch im Anfang des August. Sollte nun die Meinung, dass die Larven Fischlaich fressen, was ich selbst aber nicht zu glauben vermag, zu Recht bestehen, so könnten sie allerdings bei ihrer Häufigkeit und Gefräßigkeit unter unseren vornehmsten Nutzfischen beträchtlichen Schaden anrichten, denn gerade um diese Zeit finden sie den Laich des Karpfens, der Schleihe, der Karausche u. a. vor.

Als Kuriosum sei noch folgender, in meiner Erfahrung vereinzelt dastehender Fall erwähnt. Der Darm einer fast ausgewachsenen Larve zeigte sich großenteils mit Pflanzenresten erfüllt. Es waren das vornehmlich Reste von Algen und Diatomeen. Die Erklärung liegt nicht fern: Die Hydrophiluslarve hatte ohne Zweifel ein pflanzenfressendes Beutetier beim Ergreifen so schwer verwundet, dass auch der Darm verletzt war, und dann mit der Leibesflüssigkeit auch einen Teil des Darminhaltes aufgesogen.

Taschenberg hat die Larven von *Hydrophilus* nicht selbst beobachtet, er sagt in Brehm's Tierleben: „Nach einigen sollen sie anfangs Pflanzen, später Tiere fressen, nach anderen sind sie gleich Räuber."

Die Ansicht, dass die Hydrophiluslarven zu irgend einer Zeit vegetabilische Nahrung zu sich nehmen, ist durchaus unzutreffend.

1) Miger hat allerdings berichtet, dass er die Larven mit Schnecken und rohem Fleisch ernährt habe.

III.

Eine eingehendere Beschreibung der Vorgänge bei der Verpuppung der Hydrophiluslarven findet sich meines Wissens nur in dem schon wiederholt genannten Werke von Miger (1809), dessen Angaben zum Teil von Lyonet (1832) bestätigt worden sind.

Miger (l. c. p. 456ff.): „Les larves entrèrent dans la terre en se servant, pour la creuser, de leurs mandibules et de leurs pattes; elles s'y enfoncèrent à deux pouces de profondeur, et elles employèrent cinq jours à s'y former une retraite, en comprimant la terre en tous sens avec leurs corps. Cette cavité, à peu près sphérique, d'environ dix-huit lignes de diamètre, et très lisse à sa partie intérieure, ne laissait apercevoir aucune issue. C'est là qu'une de ces larves, courbée en arc, et posée sur le ventre, attendit pendant dix jours sa métamorphose, qui s'opéra assez promptement." „L'état de nymphe dura trois semaines." „L'hydrophile prit en vingt-quatre heures la couleur brune qui lui est propre, et resta douze jours dans la terre sans faire aucun mouvement." „Ainsi, il a fallu 98 jours environ à l'hydrophile pour se reproduire dans son état parfait, dont soixante ont été passés sous celui de larve."

Lyonet (l. c. p. 133ff.) hat große Mühe gehabt, die Larven zur Verpuppung zu bringen. Die Tiere gruben sich regelmäßig ein, starben dann aber frühzeitig oder erreichten zwar das Puppenstadium, ergaben aber unvollkommene Puppen, die in den meisten Fällen sich nicht der Larvenhaut zu entledigen vermochten. Als Grund der vielen Misserfolge betrachtet er „ses trop fréquentes visites," durch welche die Larven beunruhigt wurden. Auf Lyonet ist auch die Angabe zurückzuführen, dass die Puppe sich durch eine Krümmung, welche die ventrale Seite konkav macht, auf die Borsten stellt, die sie am Kopfe (3 + 3) und am After (1 + 1) besitzt, wahrscheinlich um nicht mit dem nassen Erdboden dauernd in Berührung zu sein.

Die ausgewachsenen Larven verlassen das Wasser, um in der Nähe desselben einen für die Verpuppung geeigneten Ort aufzusuchen. Sie laufen dann unruhig am Ufer hin und her, entfernen sich aber, obgleich sie gut zu Fuß sind, doch selten weiter als 1—2 Meter von der Wasserkante. Nur einmal habe ich eine Larve an einer Stelle angetroffen, die etwa 10 Meter landeinwärts und etwa $1^1/_2$ Meter über dem Wasserspiegel lag. Allerdings war in diesem Falle das direkt an das Wasser grenzende Erdreich mit einem festen, bis ins Wasser reichenden Rasenfilz bewachsen, wodurch ihr ein früheres Eindringen in die Erde wohl nicht möglich gewesen war. Doch derartige Fälle sind selten; in der Regel bleiben sie in unmittelbarer Nähe des Wassers.

Sie graben sich in die Erde ein und zwar sehr gern unter einer einzelnen Grasstaude, auch unter einer zusammenhängenden

Rasenschicht, wenn diese sandige Lücken besitzt oder es ihnen möglich ist, von der Seite her unter sie zu gelangen. Eine solche Gelegenheit bieten die Ufer unserer Seen häufig: soweit die Wellen den Sand zu bespülen pflegen, ist er vegetationslos, während dann, gewöhnlich mit einer kleinen Stufe, der Rasen beginnt. Derartige Orte sind für die Zwecke der Hydrophiluslarve hervorragend geeignet und werden von ihnen gern aufgesucht.

Das Rohr, welches die Larve sich gräbt, ist etwa halb so lang wie sie selbst und 1 cm breit. Dahinter wird dann die Puppenwiege, eine Höhle von 5—6 cm Durchmesser, angelegt. Die Vorliebe der Tiere, ihr Quartier unter einem Grasbüschel, zwischen den zahlreichen Wurzeln desselben aufzuschlagen, ist leicht verständlich, denn nur so ist Sicherheit vorhanden, dass bei Eintritt anhaltender Trockenheit der der Oberfläche ziemlich nahe liegende Bau nicht einstürzt; wenngleich das Wurzelgeflecht die Anlage desselben einigermaßen erschweren mag. Die Herstellung der Puppenwiege in dem feuchten Sande dauert mehrere Tage, bis zu einer Woche.

Sind diese äußeren Vorbereitungen für die Verpuppung getroffen, so beginnt die Metamorphose. Die Larve liegt auf der ventralen Seite und biegt Kopf und Schwanz etwas in die Höhe, das ist eine Lage, die schon durch die Hohlkugel, in der sich die Verwandlung abspielt, veranlasst wird, doch zeigen auch die Larven diese Krümmung, welche außerhalb einer solchen Erdhöhle zur Verpuppung gelangen. In der geschilderten Lage verweilt die Larve 3 bis 4 Wochen (Miger: 10 Tage) und streift dann die Larvenhaut ab. Nun vergehen noch 15 bis 20 Tage (Miger: 3 Wochen), ehe der Käfer ausschlüpft. — Wie bei der Metamorphose aller Insekten wirken auch hier heiße Tage beschleunigend, kalte Tage hemmend auf den Verwandlungsprozess, so dass die an einzelnen Individuen, namentlich in der Gefangenschaft gewonnenen Zahlen nicht immer typisch zu sein brauchen.

Die Versuche, welche mich zu diesen numerischen Ergebnissen führten, sind im Sommer 1893 und 95 mit 5 Individuen folgendermaßen angestellt worden. Drei große irdene Töpfe von etwa 30 cm Höhe und ebenso großem Durchmesser wurden durch ein handhohes Brett in je zwei Abteilungen geteilt. In die eine schüttete ich Sand, in die andere Wasser; und zwar wurde so viel Sand hineingethan, dass dieser von der Kante des teilenden Brettes möglichst steil gegen die Wandung des Gefäßes anstieg, um den Larven in der höher gelegenen Region ein weniger nasses Erdreich zur Verfügung zu stellen, als es dicht über dem Wasserspiegel, der die Höhe des Brettes erreichte, naturgemäß sein konnte. Um dem Sande hinreichenden Halt zu verleihen und ein Herabgleiten desselben zu verhüten, pflanzte ich in jedes Gefäß in verschiedener Höhe 2 Grasbüschel mit möglichst gespreizten Wurzeln. In jedes Behältnis wurde eine große, aller Wahr-

scheinlichkeit nach ausgewachsene Larve gesetzt und reichlich mit Schnecken gefüttert. Jede erhielt bei Beginn des Versuches 10 Exemplare von *Limnaeus auricularius*. Täglich fanden 2 bis 3 Revisionen statt, bei denen die Zahl der Schnecken wieder auf 10 ergänzt wurde. Die Larven fraßen anfangs sehr reichlich; sie verließen oft das Wasser, spazierten auf dem Sande herum und gruben auch zuweilen kleine Tunnels, indem sie an einem Orte in den Sand eindrangen und sich 4 bis 5 cm davon wieder herausarbeiteten.

Eines Morgens waren 2 von den Larven weder im Wasser, noch auf dem Lande zu finden. Zwei unmittelbar neben den Grasbüscheln gelegene fingerdicke Löcher zeigten aber den Weg an, den sie genommen hatten. Mit einem Stäbchen verwischte ich die Eingänge leicht, um zu sehen, ob die Larven wieder herauskommen würden, und brachte die Zahl der Futtertiere wieder auf zehn. Bis zum Abend war keine Veränderung eingetreten. Am nächsten Morgen jedoch fand ich die Eingangsöffnungen wiederhergestellt und konnte konstatieren, dass in dem einen Gefäß 4, in dem andern 5 Limnaeen fehlten. Die Larven hatten also inzwischen ihren im Bau begriffenen Wohnraum in der Erde verlassen und hatten gefressen, waren aber bereits dorthin zurückgekehrt. Nun wurden von neuem die Eingänge locker verschlossen und der Nahrungsvorrat ergänzt. Der nächste und die folgenden Tage ergaben denselben Befund, die dritte Larve hatte 24 Stunden nach den beiden anderen dasselbe Manöver begonnen.

Die Larven verließen also täglich und zwar zur Nachtzeit, zwischen der Abend- und der Morgenrevision behufs Nahrungsaufnahme ihr Quartier. Das wiederholte sich bei zwei Larven 6 Tage, bei einer 5 Tage lang. Dann zeigte sich weder eine Veränderung im örtlichen Befunde, noch in der Zahl der Nährtiere. Die Puppenwiege war also fertig und die Metamorphose hatte jedenfalls schon begonnen.

Nach Verlauf von weiteren drei Tagen begann ich die Erde mit einem breiten Messer vorsichtig Schicht um Schicht abzutragen und fand schließlich die Larven in der oben bezeichneten Lage in kugeligen Hohlräumen vor. Nach 25, 28 und 29 Tagen zeigten sich an ihrer Stelle die Puppen, von denen eine verkrüppelt war. Aus den beiden normalen schlüpften nach 18 und 20 Tagen die Käfer aus.

Im folgenden Jahre (1894) schlug das wiederholte Experiment dadurch vollständig fehl, dass ich, um recht viele Puppen zu histologischen Zwecken zu erhalten, in jedes Gefäß 5 Larven setzte. Von diesen gelangte, wohl infolge der gegenseitigen Störung, keine einzige zur Verpuppung; sie gingen alle vorher ein.

Im Jahre 1895 habe ich dann wieder 2 Individuen einzeln beobachtet. Sie brauchten zur Herstellung ihrer Höhle 4, resp. 5 Tage, zur Verwandlung in eine Puppe 23, resp. 25 Tage, und bis zum Ausschlüpfen der Käfer weitere 15 und 18 Tage.

In demselben Jahre hatte ich ein drittes und viertes Gefäß wiederum mit einer größeren Zahl von Larven belegt. Begann nun eine von ihnen zu graben, so hob ich sie heraus und setzte sie in ein Becherglas von 1 Liter Inhalt. Diese Gläser waren zu zwei Dritteln mit Sand gefüllt, dem ich fingerlange Grasblätter beigemischt hatte, um für den Fall der Herstellung einer Höhle das Material fester zu machen. Die Kleinheit der Gläser bot von vornherein viel Wahrscheinlichkeit dafür, dass in dem einen oder anderen die Puppenwiege dicht an der Gefäßwandung liegen würde, so dass man hineinzusehen und alle Vorgänge bequem zu verfolgen vermöchte. In der Mehrzahl der Fälle ging diese Erwartung auch in Erfüllung. Ich konnte sehen, wie die Larve durch eine Anzahl heftiger Schläge des Körpers gegen die Wand des anfangs kleinen Raumes diesen mehr und mehr erweiterte, wie sie dann eine geraume Zeit stilllag, als wollte sie sich ein wenig ausruhen, um darauf die Arbeit von neuem aufzunehmen. — Normale Puppen habe ich aber bei diesen Versuchen nie erhalten. Die meisten Larven waren wohl zu früh, noch nicht ganz reif eingesetzt worden. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Larven während des etwa sechstägigen Baues der Puppenringe reichlich zu fressen pflegen. Sie decken also den Verlust an innerer Energie, den sie durch die namentlich bei festerem Erdboden zu machenden sehr großen Anstrengungen erleiden, durch fortgesetzte Nahrungsaufnahme. Eine Fütterung wollte mir aber in den engen Bechergläsern, die nur Sand enthielten, nicht gelingen, so dass die Larven nach Fertigstellung ihrer Höhle sich höchst wahrscheinlich in einem Zustande der Erschöpfung befanden und, wenn überhaupt, nur unvollkommene Puppen ergaben.

Bei Gelegenheit des Larvenfanges (1895) untersuchte ich auch einen größeren Haufen von Wasserpflanzen, welche die Fischer mit ihren Netzen entwurzelt und zusammengeschleift hatten. In diesem Haufen, der nahe dem Ufer lag und die Wasserfläche um etwa Handhöhe überragte, entdeckte ich oberhalb des Wasserspiegels eine in der Verwandlung begriffene Larve, die sich zwischen den Pflanzenstengeln ein dürftiges Puppenlager bereitet hatte.

Lediglich der Wunsch, hinreichendes Material zu erlangen für die Verfolgung der Darmmetamorphose, hatte alle bisher geschilderten Versuche veranlasst. Die zuletzt angegebene Beobachtung zeigte mir nun, dass die Hydrophiluslarven unter Umständen auch ohne eine Erdhöhle zur Verpuppung schreiten, und führte mich zu Versuchen, die mir dann auch reichliches Material in die Hände lieferten. Ich verschloss bei einer Reihe größerer Blumentöpfe das Loch im Boden durch einen Kork und setzte die Töpfe dann, um ein zu schnelles Austrocknen des Inhalts bei der großen Porosität der Wandung zu

verhüten, so tief in die Erde, dass ihr oberer Rand nur um ein Geringes den Erdboden überragte. Jeder Topf wurde mit Wasserlinsen und Wasserpest bis zur Hälfte gefüllt und mit einer möglichst großen Hydrophiluslarve belegt. Einige *Planorbis corneus* dienten zur Nahrung. Ein Brett bildete den Verschluss. Bei den täglich zweimal stattfindenden Revisionen wurden die leicht in Fäulnis übergehenden Ueberbleibsel der von den Larven getöteten Schnecken beseitigt, neue Schnecken hinzugefügt und der ganze Inhalt mit Wasser besprengt. Die Larven durchwühlten die Pflanzenmassen, fraßen beträchtliche Mengen von Schnecken, bildeten sich dann in dem Gemisch von Wasserpest und Wasserlinsen eine Höhle mit mehr oder weniger lückenloser Wandung und traten schließlich in die Metamorphose ein. Da der Imagodarm bei dem Erscheinen der Puppe fast fertig ist, so habe ich nur die ersten vier oder fünf Exemplare bis zum Puppenstadium kommen lassen, um die Zeit des Entwicklungsabschnittes unter den gegebenen Umständen festzustellen; die bei weitem meisten Exemplare wurden vor dem Erscheinen der Puppe dem angegebenen Zwecke entsprechend getötet und konserviert.

Der oben angegebene Fund, sowie der in den letzten Zeilen geschilderte Versuch beweisen, dass die Larve nicht notwendig einer Erdhöhle zur Verpuppung bedarf. Wo die Oertlichkeit die Anlage einer solchen gestattet, gräbt sie sich in die Erde, ist das nicht der Fall, so findet sie sich mit den gegebenen Verhältnissen so gut, wie eben möglich, ab. [33]

Berlin, den 20. Dezember 1900.

Litteratur.

[1] Vitus Graber: Leitfaden der Zoologie. Wien, 1887.

[2] Krass und Landois: Lehrbuch für den Unterricht in der Zoologie. 5. Aufl. Freiburg, 1898, p. 238.

[3] E. L. Taschenberg in Brehm's Tierleben. Bd. IX, 1892, p. 57.

[4] Carus und Gerstaecker: Handbuch der Zoologie. Leipzig, 1863, Bd. II, p. 95.

[5] Claus: Lehrbuch der Zoologie, 1885, p. 497.

[6] M. E. Mulsant: Histoire des Coléoptères de France. Lyon, 1844. Band: Palpicornes, p. 104.

[7] Kraepelin: Leitfaden für den zoologischen Unterricht. Leipzig, 1896 3. Aufl., p. 109.

[8] Plateau: Recherches physico-chimiques sur les articulés aquatiques. Mém. de l'Acad. Bruxelles, 1871; t. 36, p. 9.

[9] Vangel: Beiträge zur Anatomie, Histologie und Physiologie des Verdauungstraktus von *Hydrophilus piceus*. Ofen-Pest, 1886.

[10] Goeze: Entomologische Beiträge. Leipzig, 1777. Teil I, p. 601.

[11] Leunis Synopsis des Tierreichs. 1886.

[12] Strauss-Durkheim: Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés. 1828, p. 227.

[13] „Das Tierreich“ von Heck, Matschie, von Martens, Dürigen, Staby und Krieghoff. Neudamm, Bd. I, p. 512.
[14] Miger: Mém. sur les larves des coléoptères aquatiques. Ann. du Mus. d'histoire naturelle. 1809, t. XIV, p. 445.
[15] in Zacharias: Einführung in das Tier- und Pflanzenleben des Süßwassers. Leipzig, 1891.
[16] Wasmann: Ueber die Lebensweise von *Hydrophilus piceus L.* in „Natur und Offenbarung, Organ zur Vermittlung zwischen Naturforschung und Glauben für Gebildete aller Stände“. Münster, 1888, Bd. XXXIV, p. 152 ff.
[17] Bizzozero: Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals etc. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. XLII, 1893.
[18] Geoffroy: Histoire des Insectes, t. I, p. 181.
[19] De Geer: Abhandlungen zur Geschichte der Insekten. Nürnberg, 1781, Bd. IV, p. 210.
[20] Nördlinger: Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. 1855, p. 67.
[21] A. Karsch: Die Insektenwelt. Leipzig, 1883.
[22] Calwer: Käferbuch. 5. Aufl.
[23] v. Fricken: Entwicklung, Atmung und Lebensweise der Gattung *Hydrophilus*. Tageblatt der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Wiesbaden, 1887.
[24] Biologisches Centralblatt vom 1. April 1893.
[25] Albrecht Weiss: Bemerkungen über die Lebensdauer eines befruchteten Weibchens von *Hydrophilus piceus*. Stettiner entomologische Zeitung, Bd. L, 1889, S. 343 ff.
[26] Lyonet: Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'insectes. Paris, 1832.
[27] A. Weismann: Ueber Regeneration. Zool. Anzeiger, 1898.
[28] W. A. Nagel: Eiweißverdauender Speichel bei Insektenlarven. Biologisches Centralblatt, Bd. XVI, 1896, S. 50 und 103.

F. Zschokke, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen.

Im Sommer 1899 hat die schweizerische Naturforschende Gesellschaft die in weiten zoologischen Kreisen mit Spannung erwartete Preisschrift F. Zschokkes über die Tierwelt der Hochgebirgsseen mit dem doppelten Schläfli-Preis bedacht, und im letzten Sommer hat sie die Arbeit in ihren Neuen Denkschriften herausgegeben. (Bd. XXXVII, bei Georg u. Co., 400 p., 8 photogr. Tafeln, 4 Karten in 1 : 50000.)

Die Arbeit beruht auf Originaluntersuchungen, die der Verfasser seit vielen Jahren besonders im Rhätikon, dem Grenzgebirge zwischen Graubünden und Vorarlberg, und im Gebiete des großen St. Bernhard angestellt hat; außerdem ist aber die ganze große Litteratur über alpine Wasserfauna — und zwar nicht nur über die unserer Alpen, sondern überhaupt alles, was über aquatile Fauna höherer Gebirge bekannt ist, — in dieser Publikation verarbeitet und einem weiteren Publikum eigentlich erst recht zugänglich gemacht.

Wer sich mit montaner Wasserfauna beschäftigen wird, der wird in dem neuen Werke Zschokkes sein wichtigstes Handbuch schätzen lernen.

Es ist nun ganz unmöglich, hier im beschränkten Rahmen eines Referates auch nur die wichtigsten Einzelheiten zu erwähnen; wir müssen uns darauf beschränken, die Gesichtspunkte zu nennen, von denen aus der Verfasser seine Studien gemacht hat, seine eigensten Untersuchungen zu berühren und die aus der gesamten bisherigen Forschung gezogenen allgemeinen Resultate anzugeben.

Z. beginnt mit der Darstellung der Lebensbedingungen in den Hochgebirgsseen. Allgemein gilt folgendes: Kleine Dimensionen der Becken, Veränderlichkeit und niedere Temperatur der Zuflüsse, Seltenheit nennenswerter Wasserbewegung, Fehlen von Verbindungen der Seen durch ruhige Wasserläufe, äußerst lange Gefrierperioden (150—300 und mehr Tage). — Sehr niedere Wassertemperatur vorherrschend; nur in vereinzelten Becken für kurze Zeit höhere Wärmegrade. In der Regel arme Litoralflora. — In allem andern große Mannigfaltigkeit. Diese möge uns durch einige alpine Seetypen vergegenwärtigt werden: 1. besonnter, von Weidland umgebener, ausgedehnter und ziemlich tiefer See, im Sommer sich mäßig erwärmend und bis in den Herbst hinein eisfrei bleibend (z. B. Lünersee im Rhätikon); 2. kleine, seichte Becken in der Temperatur schnell wechselnd, an heißen Tagen überhitzt, oft auch austrocknend; 3. größere, schattige Geröll- und Gletscherseen, wegen des Schmelzwasserzuflusses nie warm werdend, lang von Eis bedeckt; 4. Schmelzwassertümpel, lang gefroren, bald nach dem Auftauen vertrocknend.

Im zweiten Abschnitt stellt Z. fest, wie sich die Tiere während der Eisbedeckung verhalten, und kommt zu einem Resultat, das einer weit verbreiteten Ansicht widerspricht: er findet nämlich, dass die Mehrzahl der Tiere ihre Lebensweise unter der langdauernden Eisdecke kaum ändert.

Des weiteren durchgeht der Verfasser die hochalpinen Tiere in systematischer Reihenfolge von den Rhizopoden und Flagellaten bis zu den Fischen und Amphibien. Dieser Teil ist die wohlgeordnete Sammlung des ganzen faunistisch-biologischen Details der hochalpinen Wassertierwelt, sowohl des schon früher publizierten, als des vom Verfasser selbst beobachteten.

Der letzte Hauptabschnitt enthält die Verarbeitung des weitschichtigen Materials von bestimmten Gesichtspunkten aus. Das erste Kapitel handelt vom Litoral. In diesem Gebiet entfernen sich die Extreme der Lebensbedingungen am allerweitesten voneinander. Unter optimalen Bedingungen ist der Tierreichtum hier kaum geringer als in der Ebene. Andererseits finden sich vielerorts Litorale, die allen tierischen Lebens entbehren (Felswände, Eiswände der Gletscher, Schneefelder). Hier bespricht der Verf. auch die interessanten Litoralverhältnisse des Lünersees, dessen Spiegel im Lauf der Jahre um 7—8 m variiert; hier stellt sich daher die litorale Tierwelt erst im Niveau des tiefsten Wasserstandes ein: weiter oben finden sich nur *Planaria alpina*, *Cottus gobio* und sehr selten Limnaeen.

Auch der Grund der tiefen Hochalpenseen (Lünersee 100, Silvaplaner 77, Silser 71 m tief) ist reich belebt. Seine Tierwelt unterscheidet sich aber fast gar nicht von der litoralen: Keine neuen Formen treten in der Tiefe auf, nur wenige Tiere des Litorals steigen nicht in die Tiefe hinunter. Dies Verhalten ist durch die Einförmigkeit der Bedingungen

verursacht; oben und unten dieselben niederen Temperaturen. In den Ebenenseen sind solche Bewohner der Alpenseen, — nach Z.'s Ansicht sind es Glacialrelikte, — in die abyssale Region zurückgedrängt. Acht Arten zeigen diese Eigentümlichkeit:

Centropyxis aculeata,
Pisidium foreli, fossarinum u. *nitidum,*
Saenuris velutina,
Bythonomus lemani,
Lebertia tau-insignita,
Automolus morgiensis.

Ein *Copepode* gehört in gewissem Sinne in die Nähe dieser Gruppe: *Cyclops strenuus* hat an der Oberfläche der Gewässer der Ebene seine Lebensweise verändert, nämlich sein Maximum und seine Reproduktionsperiode in den Winter verlegt; in der Tiefe der großen Seen und in den Hochalpen würde er danach das ursprüngliche Verhalten zeigen. Aehnlich verhalten sich auch *Hydra fusca* und *Planaria alpina.*

Die limnetische Tierwelt unterscheidet sich ihrer Zusammensetzung nach stark von der der Ebene. Viele typische Planktontiere dringen gar nicht oder nur selten ins Hochgebirge herauf. Dafür belebt in den Gebirgsseen neben dem echten Plankton manche andere Species das freie Wasser. Etwa die Hälfte der von Zschokke aus dem alpinen Plankton angeführten Arten dürfen wir hierher rechnen. — Die periodische Vertikalwanderung des Hochgebirgsplankton stimmt mit der in den klaren Seen der Schweizer Ebene beobachteten überein. Die vollkommenste Entvölkerung der Oberfläche tritt an klaren Tagen ein, am deutlichsten ziehen sich die erwachsenen Entomostraken zurück. Abends kommen zuerst die Diaptomiden, dann die Cyclopiden, endlich die Daphniden wieder herauf.

Ein besonderes Kapitel widmet Z. der Tierwelt der alpinen Sturzbäche. Abgesehen von den Tieren, die immer wieder aus Seen, Tümpeln oder unterirdischen Gewässern *(Niphargus tatrensis* im Rhätikon) in die wildbewegten Bäche eingeschleppt werden, die sich aber hier nicht halten können, besteht diese Fauna aus Formen, die sich durch Kleinheit (Hydrachniden), Schlankheit (Insektenlarven), depresse, der Unterlage sich anschmiegende Gestalt *(Planaria)*, Bremsvorrichtungen, Klammer- und Haftorgane (*Liponeura*) an dieses Element angepasst haben, das durch maximalen Sauerstoffgehalt und große Gleichmäßigkeit der Temperatur gewaltige Vorteile bietet. Die Bedeutung der Bäche als Einwanderungsweg in die Alpenseen mag früher größer gewesen sein als heute.

Aus dem Kapitel über Verteilung der Tierwelt in den Hochgebirgsseen wollen wir nur folgende Leitsätze hervorheben: Der Reichtum an Tieren nimmt nicht genau mit der wachsenden Höhenlage der Gewässer ab. In den großen, in die Höhe und die Breite stark entwickelten Gebirgsmassiven steigt auch die Wassertierwelt, — wie es für die Landflora längst nachgewiesen ist, — viel höher hinauf, als in exponierten kleinen Bergketten. Ganz arm sind allgemein Schmelzwassertümpel, schattige, von Felsen und Geröll umgebene Seen. Hier finden sich nur wenige resistente, eurytherme Kosmopoliten und glacial-stenotherme Tiere. Reich sind dagegen sonnig und offen gelegene Seen mit an Vegetation reichen Ufern (Weidland), und zwar sowohl die großen und tiefen (Lünersee), als auch die kleinsten Tümpel und Schlammweiher.

Endlich behandelt Z. die Herkunft der hochalpinen Fauna. Die eben erwähnten Glacial-stenothermen — Z. zählt deren über 50; die wichtigsten haben wir auch hier schon erwähnt: wir fügen noch bei: *Diaptomus* 2, *Canthocamptus* 5, viele Hydrachniden, wie 2 besondere Untergattungen von *Thyas*, *Hydroporus* 6 und *Agabus* 6 Arten — müssen wir als die Reste der mitteleuropäischen Fauna der Glacialzeit auffassen, die beim Rückzug der Gletscher diesen gefolgt sind, wohl auch großenteils aktiv wandernd. Später sind, vorwiegend passiv, Kosmopoliten und wohl auch einzelne weitere nordische Formen dazugekommen. Ueber den passiven Transport trägt Z. ebenfalls ein wertvolles Material zusammen.

In einer sehr übersichtlichen Zusammenfassung hat Z. neben anderem auch folgendes aus dem Inhalt des speziellen Teils zusammengestellt: die hochalpinen, glacialen Bedingungen wirken weniger auf den Bau der Bewohner (Kümmerformen bei Copepoden und Limnaeen), als auf ihre Lebensweise: die produktive Periode wird verkürzt und verlegt, die Bildung der Dauerstadien verfrüht. Dagegen steigern viele Tiere ihre Reproduktionsthätigkeit und beginnen sie gleich nach dem Eisbruch; ja von einigen Formen wird sie verschnellert (die Ovogenese bei *Cyclops strenuus*, die Metamorphose bei *Triton alpestris*). Andere Hochalpenformen vermehren ihre Dauerstadien. **Dr. G. Burckhardt** (Lenzburg). [37]

Ladislaus Szymonowicz, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers.

Mit 250 Originalillustrationen im Text und 81 auf 52 teils farbigen Tafeln. 8°. 455 S. Würzburg. A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch).

Die Arten der graphischen Reproduktion haben sich in neuerer Zeit außerordentlich vervielfältigt und damit verbilligt. Denn es wäre wohl falsch, zu behaupten, dass nicht durch künstlerischen Holzschnitt und Metallstich schon in der ersten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts anatomische Tafelwerke geschaffen worden seien, die allen Anforderungen an Naturwahrheit und Klarheit entsprachen. Aber ihr Preis machte sie nur für Bibliotheken und Liebhaber erschwinglich, die große Mehrzahl der Gelehrten und besonders der Studierenden musste sich mit Darstellungen in den Lehrbüchern begnügen, die im besten Falle Klarheit nur durch eine mehr oder weniger grobe Schematisierung erreichten. Das war nun schon in der letzten Zeit besser geworden, aber die Forderung, mikroskopische Präparate, die mit allen Hilfsmitteln moderner Technik hergestellt sind, mit allen Einzelheiten naturwahr und zugleich mit der Klarheit, wie sie ein Lehrbuch fordert, darzustellen und nur mit solchen Abbildungen ein reich illustriertes Lehrbuch zu einem üblichen Preise auszustatten, ist wohl mit dem hier angezeigten Werk zum erstenmale erfüllt. Deshalb verdient neben dem Autor und dem Verleger der Zeichner J. Baracz

rühmend genannt zu werden. Mit Ausnahme einiger weniger, in ihrer Art vortrefflicher und in einem Lehrbuch unentbehrlicher schematischer Darstellungen und einiger Zeichnungen, die mit Bewilligung der Autoren aus ganz neuen histologischen Arbeiten übernommen oder kopiert wurden, hat er alle Zeichnungen augenscheinlich unmittelbar nach vortrefflichen sorgfältig ausgewählten Präparaten ausgeführt. Dabei möchte Referent noch mehr als die zum Teil vielfarbigen Tafeln die einfarbigen Bilder rühmen, die ganz anspruchslos in den Text gedruckt sind. Hier sind anschauliche Klarheit, überzeugende Naturwahrheit auch der kleinsten Einzelheiten und eine künstlerische, wohlthuende Weichheit in einer Weise verbunden, die sich wohl nicht übertreffen lässt.

Der Text des Lehrbuches ist dieser vortrefflichen Illustrationen würdig. Es soll hier nicht versucht werden, ihn mit anderen modernen Lehrbüchern der Histologie zu vergleichen. Dem Ref. scheint das Wichtige überall einfach und klar dargestellt zu sein; neueste Forschungen sind berücksichtigt und wo bei wichtigen Punkten noch keine übereinstimmenden Ergebnisse erzielt sind, sind meist die hauptsächlichen Anschauungen kurz einander gegenübergestellt, ohne dass der Leser durch die Fülle der Angaben verwirrt würde. Dem Stil wäre an seltenen Stellen etwas mehr grammatikalische Korrektheit und Klarheit des Ausdrucks zu wünschen; dieser, immerhin nur kleine Mangel, ist bei dem Verfasser als Ausländer entschuldbar, aber in einem Lehrbuch bedauerlich.

Die Einteilung des Buches ist die für die histologische Darstellung bewährte. Im ersten Teil, 119 Seiten, wird die allgemeine Histologie behandelt; sehr kurz aber klar werden die Zelle, Zellteilung und Befruchtung und dann die einfachen Gewebe und ihre Elemente, dabei recht ausführlich centrales und peripheres Nervengewebe behandelt. Der zweite Teil, mikroskopische Anatomie der Organe, umfasst 260 Seiten; die Organe sind nach Systemen geordnet und natürlicherweise sind die einzelnen Abschnitte dieses Teils von sehr verschiedenem Umfang. Bei dem Bewegungssystem z. B. ist nur weniges nachzutragen, nachdem Knochen und Knorpel, Muskel und Sehne schon im allgemeinen Teil behandelt sind; doch findet sich hier eine gute Darstellung des Knochenwachstums mit mehreren Abbildungen. Als ein besonderer Vorzug erscheint es dem Ref. für ein hauptsächlich für Mediziner bestimmtes Lehrbuch, dass infolge dieser Anordnung nach Organsystemen u. a. auch die Gefäße eine ausführliche Schilderung, begleitet von nicht schematisierten Bildern, und bei der Lunge ein Durchschnitt durch einen kleinern Bronchialast eine ebenso realistische wie vollständige Wiedergabe gefunden haben. Sehr ausführlich und reich an Bildern ist der letzte Abschnitt, Nervensystem und Sinnesorgane.

Eine kurze Darstellung der histologischen Technik, die sich im speziellen Teil an die Anordnung des Buches anschließt, und eine entsprechend den Kapiteln geordnete Litteraturübersicht schließen das Buch. [38]

W. R.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. April 1901.** **Nr. 8.**

Inhalt: **Bachmann**, Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen. — **Rengel**, Zur Biologie des *Hydrophilus piceus*. — **Tischler**, Die Bildung der Cellulose. — **Imhof**, Antennen der *Odonata*.

Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen.

Von **Hans Bachmann** (Luzern).

(Schluss.)

Eine interessante Form fischte ich am 26. Mai 1896 im Langensee. Mit *D. cylindricum* stimmte sie durch die geringe Individuenzahl der Kolonie und durch die Größe von 61 μ überein. Dagegen zeigten die einzelnen Individuen eine schwache Divergenz und besonders die gewellten Becherwände, wie sie für *D. divergens* charakteristisch sind. Die kegelförmige Basis ist länger als beim typischen *D. cylindricum* und analog derjenigen von *D. divergens*. Diese Form ist also eine Uebergangsform von *D. divergens* zu *D. cylindricum* und deutet darauf hin, dass *D. cylindricum* noch zu den Divergentia gerechnet werden muss.

D. angulatum (Seligo) Lemm. var. *curvatum* Lemm. scheint mir identisch mit *D. divergens* zu sein und fällt also außer Betracht, Die Figuren, welche Herr Lemmermann mir freundlichst zukommen ließ, bestätigen meine Annahme.

D. stipitatum Stein. Die Kolonie besteht aus zahlreichen, champagnerglasähnlichen Individuen. Letztere sind nur wenig divergierend und geben daher, wie auch infolge ihrer eigenen schlanken Form dem Ganzen einen äußerst schlanken Habitus. Die einzelnen Becher besitzen eine lang zugespitzte Basis, welche sich allmählich bis zum letzten Fünftel erweitert. Das Verhältnis zwischen der kegelförmigen Basis und der Gesamtlänge des Bechers beträgt ca. 5 : 7. Vor der Mündung ist der Becher schwach eingeschnürt. In den meisten Fällen ist er radiär symmetrisch gebaut. Doch findet man auch Individuen,

welche wegen der seitlichen Divergenz bilateral gestaltet sind. Die Messungen ergaben: Länge des ganzen Kelches: 34—51 μ, vorherrschend 41 μ und 39 μ. Größte Breite: 8—12 μ, vorherrschend 10 μ. Breite an der Einschnürungsstelle: 6 μ.

Diese Species konstatierte ich in folgenden Seen: Joux-, Langen-, Luganer-, Comer-, Genfer-, Sempacher-, Hallwyler-, Sarner-, Zuger-Lungern-, Aegeri-, Greifen-, Unter- und Murtensee. Sie ist also eine sehr verbreitete Art, war in einzelnen Seen sogar weit häufiger als das so verbreitete *D. divergens*.

D. stipitatum var. *lacustris* Chodat. Im Hallwyler- Aegeri-, Walen-, Greifen-, Unter-, Bieler- und Murtensee fand ich eine Varietät von *Dinobr. stipitatum*, die offenbar mit *D. st.* var. *lacustris* Chod. identisch ist. Chodat giebt diese Form auch in den Planktonlisten des Greifen-, Bieler- und Zugersees an. Meine untersuchte Planktonprobe vom Greifensee ergab zwei deutlich unterschiedene Formen der Species *D. stipitatum*: die normale, von Stein beschriebene Form und eine kürzere und etwas dickere Varietät. Während bei der Normalform die kegelförmige Basis allmählich und gleichmäßig zunimmt, der optische Längsschnitt also geradlinige Seiten zeigt, sind die Seiten der zweiten Form schwach konkav, d. h. die Spitze verbreitert sich zuerst langsam und wenig, um dann plötzlich diejenige Breite zu erreichen, wie sie auch an der Mündung vorhanden ist. Das Verhältnis der Basis zur Gesamtlänge des Bechers lautete z. B. 9 : 16; 7 : 12; 1 : 2; 8 : 15; 10 : 17. Die Basis ist also verhältnismäßig kürzer als bei der normalen Form. Daher ist auch die konkave Partie des übrigen Bechers verhältnismäßig länger und deutlicher ausgesprochen. Während die Breite die nämlichen Maßzahlen aufwies, wie die normale Form, überstieg die Gesamtlänge 34 μ nicht. Die gewöhnliche Länge war 29—30 μ. Die Anordnung der Individuen zur Kolonie ist die nämliche wie bei *D. stipitatum*, nur dass hie und da die untersten Individuen divergensartig abstehen. Die nämlichen Unterschiede zeigte das Planktonmaterial der übrigen angeführten Seen. Im Untersee fand ich eine Form, die man auf den ersten Blick zur *stipitatum*-Reihe rechnen muss, die aber als entschiedene Mittelstufe zwischen der Normalform und der *lacustris*-Varietät aufgefasst werden kann. Dass diese Varietät von der Normalform nicht scharf unterschieden ist, das zeigte namentlich auch das Material vom Sempacher- und Untersee. Die Varietät scheint aber auch noch zu *D. sertularia* var. *thyrsoidea* hinüber zu leiten. So deute ich nämlich Formen aus dem Hallwyler- und Murtensee. Diese Formen waren mit den nämlichen Eigentümlichkeiten ausgestattet, wie sie oben beschrieben wurden. Daneben besaßen die einzelnen Individuen eine ausgesprochene Bilateralität, wie diejenigen von *D. sert.* var. *thyrsoid.*, indem die äußere Seite stark bauchig hervortrat, während die innere Seite flacher war.

Nach dem vorliegenden Materiale ist die Varietät folgendermaßen zu charakterisieren: Kolonie zahlreich, nach Art der Normalform gebaut, schlank und ohne große Divergenz. Die einzelnen Becher sind entweder radiär symmetrisch oder infolge der Krümmung der Basis bilateral. Die Basis ist spitzkegelförmig. Die Seiten sind im optischen Längsschnitt konkav gekrümmt. Vor der Mündung ist der Becher deutlich eingeschnürt und auf eine längere Strecke als bei *D. stipit.* Länge des Gesamtbechers 27—30 μ. Größte Breite 9—12 μ. Auch die Fig. 3 in den Plöner Forschungsberichten Teil 2 ist dieser Varietät zuzurechnen.

D. bavaricum Imh. *D. stipitatum* var. *bavarica* nov. var.? Im Luganersee fand ich ein *Dinobryon*, welches offenbar mit *D. bavaricum* Imh. identisch ist. Diese Art (?) gehört ihrem ganzen Charakter nach zur *stipitatum*-Reihe. Das Material war zu gering, als dass es möglich gewesen wäre, die Form als Species oder als Varietät zu erklären. Für beide Auffassungen sind Anhaltspunkte vorhanden. Die ausgesprochenen Formen des Luganersees lassen eine Speciesbezeichnung zu. Die Diagnose würde lauten: Kolonie aus wenigen Kelchen bestehend. Letztere in sehr spitzen Winkeln angeordnet. Die Basis ist zu einer langen und schmalen Spitze ausgezogen und an der Befestigungsstelle des voraufgehenden Bechers lanzenförmig verbreitert. Der übrige Teil des Bechers ist in schwacher Kurve verschmälert, an der Mündung dann wieder breit, also dem *D. stipit.* var. *lacustris* ähnlich, nur schlanker ausgebildet. Länge des gesamten Kelches 68 bis 85 μ. Länge der Basis 41—51 μ. Zur Diagnose, welche Imhof gegeben hat, muss bemerkt werden, dass die Wand nicht gewellt ist.

Im Jouxsee fand ich eine Form von 61 μ Länge, welche mit der genannten „Art" große Aehnlichkeit aufweist, nur war hier die Basisspitze nicht lanzettförmig. Es wäre dies eine Mittelform zwischen *D. stipitatum* und *bavaricum*. Der Hallwylersee, welcher sehr reich an der Varietät *lacustris* war, ließ die Erscheinung beobachten, dass die Basis oft große Neigung zur Verlängerung und zur Analogie mit der „*bavaricum*"-Form zeigt. So ist denn die Annahme nicht ausgeschlossen, dass man das vorliegende *Dinobryon* als eine Varietät von *D. stipitatum* bezeichnen muss, worauf schon Zacharias aufmerksam gemacht hat (95).

D. elongatum Imh., *D. elongatum* Imh. var. *undulatum* Lemm. *D. petiolatum* Duj., *D. Bütschlii* Imh. fanden sich in meinen Planktonproben nicht vor. Chodat führt in der Planktonliste vom Bielersee *D. subdivergens* an. Die Diagnose dieser Form konnte ich trotz schriftlicher Anfrage nicht erhalten. Somit fällt sie auch außer Betracht. *D. sociale* Ehrenb. gehört wahrscheinlich zu *D. stipitatum* Stein. Ueber *D. protuberans* Lemmermann var. *pediforme* und *D. cylindricum* var. *palustre* Lemm. kann ich erst meine Ansicht abgeben, wenn ich die Abbildungen eingesehen.

Anmerkung: Seit dem Abschlusse meiner Arbeit ist über die Gattung *Dinobryon* von Lemmermann ein Aufsatz publiziert worden: „Beiträge sur Kenntnis der Planktonalgen“ (Ber. d. d. bot. Ges. H. 10. 1901). Ich bemerke hier nur vorläufig, dass ich an meinen vorliegenden Artabgrenzungen festhalte. Auf die Lemmermann'schen Arten werde ich später zu sprechen kommen.

Bicosoeca.

Bicosoeca oculata Zacharias. Dieser kleine Flagellat ist ein sehr häufiger Gast auf *Fragilaria crotonensis*. Um ihn leicht erkennen zu können, setzt man dem Präparate Gentianaviolett hinzu. Dadurch wird das eigentümliche Gehäuse sehr deutlich gefärbt. Ich fand diese *Bicosoeca* in folgenden Seen: Joux-, Luganer-, Langen-, Comer-, Genfer-, Bieler-, Zuger-, Walen-, Pfäffiker- und Bodensee.

Diplosiga.

Diplosiga frequentissima Zacharias. Auch dieser Flagellat hat eine große Verbreitung. Es lag mir Material von folgenden Seen vor: Luganer-, Bieler-, Murten-, Sarner-, Zuger-, Lungern-, Aegeri-, Pfäffiker-, Greifen- und Bodensee.

2. Peridineen.

Ceratium.

Ceratium hirundinella O. F. Müller. Diese Peridineenspecies, welche schon auf den ersten Blick an den charakteristischen Hörnern zu erkennen ist, habe ich in allen Planktonproben gefunden; sie kennt also keine besondere Bevorzugung einzelner der aufgezählten Schweizerseen. Alle Forscher, welche sich eingehender mit diesem Organismus beschäftigt haben, stimmen darin überein, dass die Ausbildung des Panzers von *Ceratium hirundinella* vielfachen Variationen unterworfen ist. Namentlich die Ausbildung der Hörner und vor allem der Hinterhörner zeigt eine große Mannigfaltigkeit. So sagt schon Bütschli „Wie gesagt, bietet die Entwicklung dieser Hörner der Ceratien ein Feld für die mannigfachsten Variationen innerhalb der Art, zwischen welchen sich die unverkennbarsten Uebergänge finden“ (82). Seither haben Blanc (84), Asper und Heuscher (85), Pitard (97), Apstein (96), Schröter (97), Lauterborn (93), Zacharias, Amberg (1900), diese Variationsfähigkeit teils erwähnt, teils näher studiert. Man wies namentlich auf eine Unterscheidung von 3hörnigen und 4hörnigen Individuen hin. Aus Jahresvergleichen sind namentlich Lauterborn und Apstein-Zacharias zu der Annahme gekommen, dass die Ceratien die Erscheinung des Saisondimorphismus besitzen. Lauterborn behauptet, das Frühjahr liefere 4hörnige, der Spätsommer und Herbst dagegen nur 3hörnige Individuen. Apstein und Zacharias fanden die umgekehrte Folge und Amberg bestätigte diese Beobachtung für den Katzensee. Zu gunsten dieser Annahme

würden auch meine Befunde sprechen, da in den untersuchten Fängen (also Herbstfängen) die 4hörnigen Formen weitaus vorherrschend waren. Nur der Zugersee bildete eine Ausnahme mit vorherrschend 3hörnigen Ceratien. Sollen wir das 3hörnige Ceratium als Ausgangsform annehmen? Ohne auf die Diskussion dieser Frage einzugehen, will ich der Bejahung zuneigen und diese Form kurz besprechen. 3hörnige Ceratien besaßen die Proben folgender Seen: Genfer-, Joux-, Brenets-, Murten-, Comer-, Langen-, Luganer-, Sempacher-, Hallwyler-, Zuger-, Aegeri-, Klöntaler-, Pfäffiker-, Greifen-, Bodensee. Vorherrschend war es vorhanden im Zugersee. Dass diese Form nicht als eigene Varietät aufzufassen ist, das beweist der Umstand, dass sie in allen Größenverhältnissen vorkommt, wie die 4hörnige Form. Die kleinsten Exemplare fand ich im Sempachersee und Comersee mit einer Länge von 102 μ und einer Breite von 51 μ; ihre Gestalt ist etwas plump zu nennen, das rechte Hinterhorn ist schlank und mittelmäßig abstehend. Das linke Hinterhorn ist kürzer als das Vorderhorn und gegen den Rumpf noch ziemlich deutlich abgesetzt. Ein ebenso plumpes Aussehen ergab ein 3hörniges Ceratium vom Zugersee. Lg. 112 μ, Br. 58 μ. Die Spreizung der beiden Hinterhörner war gerade doppelt so groß, wie bei der vorigen Form, obschon die Länge des rechten Hinterhornes kleiner war. Diese starke Divergenz kam zu stande: einerseits durch die stark abstehende Stellung des rechten Hornes und andererseits dadurch, dass das linke Hinterhorn mit dem Vorderhorn nicht in paralleler sondern spitzwinkliger nach links abgebogener Stellung sich befand. Etwas größer war ein 3hörniges Ceratium im Plankton des Luganersees, das sonst in allen Teilen mit dem zuletzt genannten des Zugersees übereinstimmte. Lg. 119 μ, Br. 51 μ. In der nämlichen Planktonprobe war auch eine 4hörnige Form zu beobachten, welche in allen Punkten und Größenverhältnissen mit der 3hörnigen Form übereinstimmte, nur dass ein linkes Hinterhorn von 10 μ Länge nachzuweisen war. Das wäre ein zahlenmäßiger Beweis von der schon längst angenommenen Entwicklung der 3 zu den 4hörnigen Gestalten. Die ganz gleiche Wahrnehmung machte ich bei den Planktonproben des Bodensees, wo der Uebergang bei gleichbleibenden Größenverhältnissen sehr schön nachzuweisen war, indem Individuen mit kaum 3 μ langem und solche mit 6—17 μ langem 4. Horn sich zeigten. Schon etwas schlanker präsentierte sich die 3hörnige Form, wenn die Größe zwischen 130 und 170 μ lag. Solche Formen zeigten der Zuger-, Aegeri-, Klöntaler-, Pfäffiker-, Sempacher-, Murten-, Langensee. Durch starke Divergenz der Hinterhörner war ein 3hörniges Ceratium im Plankton des Genfersees ausgezeichnet, wo besonders das rechte Hinterhorn weit abstehend ist. Die zunehmende Länge wird nur durch die Verlängerung des Vorder- und des Mittelhornes erreicht. Pfäffiker- und Greifensee besaßen 3hörnige Individuen von 180—190 μ, wobei

die Divergenz der Hinterhörner nicht größer war, als bei den kleinern Exemplaren. Die schlanksten Gestalten zeigte Ceratium, wenn die Größe 200 μ erreichte und überstieg. Schon bekannt ist das schlanke 3hörnige Ceratium vom Zürichsee. Ich maß ein solches von 204 μ. Noch größer waren die 3hörnigen Individuen vom Lac de Brenets; sie waren aber auf den ersten Blick von denjenigen des Zürichersees zu unterscheiden, indem bei ihnen das rechte Hinterhorn bedeutend größer und gebogen war. So können wir sagen, dass die 3hörnigen Ceratien in allen Größenverhältnissen von 102—270 μ Länge vorkommen und in keiner Planktonprobe ausschließlich auftraten.

Unter den 4hörnigen Ceratien waren ebenfalls 3 Gruppen zu unterscheiden: a) kleine, plumpe,

b) Individuen von mittlerer Größe mit wenig gespreizten Hinterhörnern,

c) solche mit stark gespreizten Hinterhörnern,

d) große Formen von 200 und mehr μ Länge.

Kleine und plumpe Ceratien besaß der Sarnersee. Ihre plumpe Gestalt rührte daher, dass bei einem Breitendurchmesser von 51—64 μ die verschiedenen Hörner nur kurz und das rechte Hinterhorn weit abstehend waren. Diese Form trat auch in folgenden Seen auf: Lungern-, Genfer-, Murten-, Walen-, Thuner-, Bieler-, Luganer-, Brienzer-, Sarner-, Sempacher-, Hallwyler-, Zuger-, Klöntaler-, Pfäffiker-, Unter- und Bodensee. Als kleinste Form maß ich die Länge von 91 μ bei einem Individuum aus dem Untersee. Ceratien mittlerer Größe nenne ich diejenigen mit einer Länge von 150—180 μ. Auch da waren solche mit wenig und solche mit stark gespreizten Hinterhörnern zu unterscheiden. Erstere traf ich im Murten-, Bieler-, Comer-, Sarner-, Sempacher-, Aegeri-, Klöntaler-, Walen-, Pfäffiker-, Greifen-, Zürichersee. Weitgespreizte Formen waren namentlich vorherrschend im: Genfer-, Joux-, Langen-, Luganer-, Lungernsee und im Wenigerweiher. Im Lac de Brenets war ein 4hörniges Ceratium von 170 μ Länge vorhanden, das in seinem ganzen Charakter sich in nichts von der oben erwähnten 3hörnigen Form unterscheidet. Riesenformen, wie sie Asper und Heuscher getroffen haben (400—700 μ), sind mir in keiner Probe begegnet.

Nach all meinen Beobachtungen schickt es sich nicht, die Species *Ceratium hirundinella* O. F. Müller in verschiedene Varietäten zu gliedern, bevor wir sicher konstatiert haben, ob die verschiedenen Formen nicht nur als verschiedene Wachstumsstadien aufzufassen seien. Ich meinerseits kann diesen Gedanken nicht ohne weiteres als abgethan bei Seite legen. Bis jetzt liegen keine genügenden Beobachtungen vor über die Wachstumsverhältnisse von Ceratium, über die Frage, wie rasch das Wachstum der Hörner stattfindet, wann es beendigt ist etc. Ich vertrat bei der Gattung *Dinobryon* die Ansicht, dass wir

es dort mit einer Gattung zu thun haben, die im Begriffe ist, in Formenkreise sich zu spalten. Bei dieser Gattung ist der Werdeprozess der neuen Arten schon sehr weit fortgeschritten, wenn auch nicht zum Abschluss gekommen. Diese Ansicht auf die Gattung *Ceratium* übertragen, ergiebt die Folgerung, dass *Ceratium hirundinella* ebenfalls in einen solchen Werdeprozess neuer Formen eingetreten ist, der aber noch in seinen ersten Anfängen steht. Wir kennen ja noch bei keinem Organismus, auch bei den einzelligen Pflanzen und Tieren nicht, das Wesen der Formbestimmung des ausgewachsenen Organismus. Ist es eine immanente, unveränderliche Qualität und zwar eine spezifische Qualität oder ist es eine Kombination von einem dem Protoplasma spezifisch eigenen und von fremden Bestimmungsfaktoren? Sind diese Faktoren veränderlich, dann sehe ich nicht ein, warum nicht eine Species infolge bestimmter neuer Richtungskomponenten der Zellformen in einen Werdeprozess neuer Arten eintreten könne. Dies wäre bei *Ceratium hirundinella* der Fall.

3. Diatomeen.

Cyclotella.

Die häufigste Species ist *Cyclotella comta* Kützing, welche Species in der Variationsfähigkeit nicht hinter *Dinobryon* und *Ceratium* zurücksteht. Bisher wurden die Artmerkmale folgendermaßen gefasst: „Gerade, unverbogene Seitenkanten der Gürtelbandansicht, knotige Verdickungen an jedem zweiten bis vierten Radialstrahl“ (Schröter 97). Nach meinen Beobachtungen ist dieser Artbegriff zu weit, indem unter denselben Formen fallen, die von einander so verschieden sind, dass sie als getrennte Arten aufgefasst werden müssen. Schütt giebt eine Einteilung der Gattung *Cyclotella*, welcher ich den Vorzug gebe (99):

1. Untergattung: *Eu-Cyclotella.* Schalenrand in Gürtelansicht unduliert.
2. „ *Discoplea.* Schalenrand nicht unduliert.
   1. Sektion: Zellen einzeln.
   2. „ Zellen zu Kolonien vereinigt.

Die Sektionsbezeichnungen „*Eu-Discoplea*“ und „*Lindavia*“ halte ich nicht für notwendig, zudem zur zweiten Sektion Arten gehören, welche schon bekannt waren, bevor Schütt die *C. socialis* in Lindau fand. Dagegen möchte ich warnen, dem Wege von Lemmermann zu folgen und jegliche Varietät zur neuen Art zu stempeln. Ich meinerseits halte dafür, die Planktonforschungen haben noch wichtigere Fragen zu studieren, als die Litteratur mit einem Heere neuer Arten, Varietäten und sogar Formen zu bereichern.

Im Plankton der Schweizerseen sind weitaus am häufigsten die Arten der 2. Untergattung.

1. Sektion: Zellen einzeln.

Obenan steht die prächtige Form des Bodensees.

Cyclotella bodanica Eulenstein.

Ich fand sie im Plankton des Boden- und des Untersees. Ihre Größe variierte von 44—77 μ. Die meisten besaßen einen Durchmesser von 51—58 μ. Die Gürtelseite, in der Breite kaum 13 μ betragend, gab der *Cyclotella* ein charakteristisches Gepräge. Die Zentralpartie der Schalenseite war stets schwach konkav und mit feinen radialen Punktreihen versehen. Die flammenartigen Punkte, welche oft als Speciescharakter angegeben werden, konnte ich selten beobachten. Dagegen war die scharfe Zeichnung der peripheren Radialstreifen sehr deutlich. Ganz vereinzelt traf ich diese Art auch im Pfäffiker-, Aegeri- und Langensee.

Cyclotella bodanica Eulenstein var. *lemanica* Müller. Diese Varietät fand ich außer im Genfer-, auch im Vierwaldstättersee. Ueber die letzteren Funde werde ich an anderer Stelle berichten. Ich fand diese Varietät nie kolonienbildend. In der Planktonprobe des Genfersees war die genannte Form folgendermaßen gekennzeichnet: Der Durchmesser betrug 27—51 μ, bei einer Dicke von 13—21 μ. Die Zellen waren aber etwas plumper als diejenigen der *C. bodanica*. Die Schalen zeigten im Zentrum eine konvexe Vorwölbung und nur selten eine konkave Vertiefung. Die Zeichnung auf der Schalenseite ist derjenigen der vorerwähnten Species analog. Oft traf ich 2 Individuen in Folge des Teilungsprozesses noch mit einander vereinigt. Diese beiden Formen sind von der typischen *Cycl. comta* Kütz. durch die bedeutende Größe unterschieden. Der letzteren Form am nächsten steht diejenige des Thunersees, welche ich vorläufig als *Cyclotella comta* Kütz. bezeichne. Diese robuste Form besaß einen Durchmesser von 24—35 μ bei einer Gürteldicke von 17 μ. Die radial punktierte Schalenmitte ist entweder erhöht oder vertieft. Leider war diese *Cyclotella* in zu geringer Zahl vorhanden, als dass ich definitiv entscheiden könnte, ob sie nicht zur Varietät *lemanica* gerechnet werden sollte. Dagegen waren in der Planktonprobe des Thunersees noch kleinere *Cyclotellen* von 14—27 μ Durchmesser und 8—10 μ Dicke anzutreffen, welche zur Normalform von *C. comta* gezählt werden müssen. *Cyclotella comta* beobachtete ich in folgenden Seen: Brenets, Joux- (34 μ), Langen- (24—28 μ), Comer- (34 μ), Bieler- (17—24 μ), Brienzer- (17 μ), Sempacher- (14—24 μ), Hallwyler- (14—20 μ), Zuger- (31 μ), Lungern- (17—10 μ), Walen 34—41 μ), Pfäffiker- (20 μ) und Greifensee (10—15 μ). Diese Art ist also eine sehr verbreitete. Leider waren fast alle Proben an Individuen recht arm, mit Ausnahme des Sempachersees.

2. Sektion: Zellen in Kolonien.

Lemmermann (900) giebt eine Uebersicht über die kolonienbildenden *Cyclotellen*, mit welcher ich nach den mir vorliegenden Proben

nicht vollständig einverstanden bin. Vor allem kann ich *C. lemanica* nicht als kolonienbildend bezeichnen. Eine *Cyclotella*-Kolonie nenne ich eine Gruppe von *Cyclotella*-Zellen, welche durch ein eigenes Organ (Fäden oder Nadeln?) zusammengehalten werden, nicht aber eine Gruppe von Zellen, welche durch den Teilungsprozess entstanden sind, indem sich die Zellen noch nicht vollständig getrennt haben. Letzteres kommt bisweilen bei *C. bodanica* vor, wo zwei bis vier Individuen noch zusammenhängen.

Da mit *C. radiosa* Grun. eine *Cyclotella* bezeichnet wurde, welche sowohl einzeln als auch in Kolonien vorkommt, da nach meinen Beobachtungen die kolonienbildenden von den einzeln auftretenden Formen scharf zu scheiden sind, so möchte ich die Bezeichnung *radiosa* aufgeben und mich für die Bezeichnung *Cyclotella socialis* Schütt entschließen. Dagegen bin ich damit einverstanden, *C. catenata* Brun. und *C. melosiroides* Kirchner als verschiedene Formen und Schröters *C. quadrijuncta* als *C. Schroeteri* zu bezeichnen. Demnach habe ich für das Plankton der untersuchten Seen folgende kolonienbildende *Cyclotellen* aufzuzählen:

Cyclotella Schroeteri Lemmermann. Diese Form zeichnet sich dadurch aus, dass die Zellen zu geldrollenartigen Kolonien verbunden sind, so dass zwischen je 2 Individuen ein größerer Zwischenraum existiert. Die Größe schwankt zwischen 20 und 40 μ. In den vorliegenden Planktonproben fand ich sie bloß im Comersee. Im Vierwaldstättersee ist sie stets in individuenreichen Kolonien ausgebildet und soll anderwärts besprochen werden.

Cyclotella socialis Schütt. Schon Chodat macht darauf aufmerksam, dass eine *Cyclotella* des Zugersees Aufschluss gebe über den Aufbau der für den Bodensee so typischen Form, welche Kirchner zum erstenmal erwähnt (96). In der That sind die *Cyclotellen* des Aegeri- und Zugersees sehr interressant. Die *Cyclotella* des Aegerisees erreicht eine Größe von 20 μ mit einer Gürtelbreite von 8—10 μ. Die Schalenseite ist schwach konkav. Von der Uebergangsstelle der Schalen- zur Gürtelseite strahlen feine Fäden aus, deren chemische Beschaffenheit mir noch unbekannt ist. Sie bestehen weder aus Gallerte, noch aus Kieselsäure. Diese Fäden verlaufen einerseits zwischen dem Schalenrande zweier benachbarten Zellen, welche stets auf der Gürtelseite liegen, und zweitens strahlen diese Fäden in feinen Bündeln übers Kreuz zu gegenüberliegenden Zellen und drittens radial von der Peripherie der Kolonie nach außen. Die Individuen liegen in einer sehr schwach ansteigenden Spirale, welche daher fast scheibenförmig aussieht, oder sie bilden eine dreifache oder unregelmäßige Spirale. Die nämliche Form beobachtete ich im Zugerseeplankton. Ueber die Form des Bodensees berichten Kirchner und Schütt (99). Beide Planktonproben, vom Boden- und vom Untersee enthielten

Cyclotella socialis in großer Menge. Die Größe der Zellen schwankte von 14—22 μ. Die Breite der Gürtelseite betrug höchstens 6 μ. Die Schalenseite ist schwach konkav und radiär punktiert. Der periphere Schalenrand zeigt viel feinere Radialstrahlen als die vorher erwähnten *C. bodanica* und *C. bod. var. lemanica*, welch letztere mit *C. socialis* als *C. radiosa* bezeichnet wurde. Die radialen Punktreihen der zentralen Schalenseite sind kein Merkmal, auf welches eine Spezies bezeichnung begründet werden könnte. Die Kolonien der Bodenseeform waren oft sehr individuenreich. Ich zählte in einer Kolonie bis 50 Zellen. Betreff des Verlaufes der Verbindungsfäden verweise ich auf die vortreffliche Abbildung in der Arbeit von Schütt (99). Obschon diese scheinbaren Gallertscheiben, an derem Rande die Zellen sitzen, von den Spiralkolonien des Aegerisees verschieden erscheinen, so ergiebt ein näheres Studium des Fadenverlaufes die Identität beider Formen zur Evidenz. Uebrigens beobachtete ich im Aegeri- und im Zugersee wenige Kolonien, deren spiraliger Aufbau nicht mehr zu erkennen war, sondern welche die Scheibenform besaßen und in nichts sich von der Bodenseeform unterscheiden. Aehnliche Formen wie der Aegerisee zeigten der Hallwyler- und Comersee.

Cyclotella socialis Schütt var. *minima* nov. var. Im Plankton des Zugersees beobachtete ich eine Varietät der *C. socialis*, welche gleichsam ein Mittelglied zwischen *C. melosiroides* Kirchner und *C. socialis* Schütt bildet. Die Zellen sind ungemein klein, mit einem Durchmesser von 6—13 μ. Die meisten maßen nicht mehr als 6 μ. Die Kolonien waren entweder gerade oder gebogene, lange Ketten, oder sie stellten unregelmäßig verschlungene Knäuel vor. Von *C. socialis*, welche ja auch vorhanden war, konnte diese Varietät leicht unterschieden werden. In anderen Seen war sie nicht anwesend.

Cyclotella catenata Brun.

Cyclotella melosiroides Kirchner.

Lemmermann hält diese beiden Formen als wohl unterschiedene Arten auseinander, während Brun sie als identisch bezeichnet. Nach meinen Beobachtungen, die leider wegen dem spärlichen Auftreten beider Formen nicht einen definitiven Schluss zulassen, sind die Unterschiede sehr deutlich, wie dies aus den beiden Figuren in Schröters Arbeit (97 Fig. 59 u. 60) ersichtlich ist. *C. catenata* fand ich nur im Plankton des Genfersees. Durchmesser der Schale 8—17 μ. Breite der Gürtelseite 4—5 μ. *C. melosiroides* fand ich im: Boden-, Unter-, Sempacher-, Thuner-, Jouxsee. Der Schalendurchmesser war 6—8 μ, also stets kleiner.

Asterionella *gracillima*. Bei dieser Species habe ich nur zu bemerken, dass ich in keiner Probe vollständig geschlossene Kreise beobachtete. Die Kolonien sind stets offen. Wo auf den ersten Blick ein geschlossener Kreis vorliegt, da ergiebt die genauere Unter-

suchung, dass an der Stelle, wo die jüngste und die älteste Zelle zusammentreffen, die Gallertverbindung fehlt. Das will wohl heissen, dass die Kolonienbildung nicht auf einer späteren Vereinigung getrennter Zellen beruht, sondern eine Erscheinung ist, welche den Teilungsprozess begleitet.

Unter den Diatomeen begegneten mir noch zwei Species, welche eine Variabilität erkennen liessen, das sind: *Cymatopleura elliptica* und *Fragilaria crotonensis*. Auch da bin ich noch nicht im Falle, ausführliche Angaben zu machen.

IV. Vergleiche der Planktonfänge.

Ich habe absichtlich nur diejenigen Planktonproben für diese kleine Arbeit verwendet, welche aus der gleichen Zeit stammen und keine Probe berücksichtigt, die nicht zu derselben Zeit und mit demselben Netze gefischt wurde. Eine übersichtliche Zusammenstellung der Planktonarten mit Angabe ihrer Häufigkeit giebt folgende Tabelle (s. S. 236—238):

Um die Reichhaltigkeit des Planktons einigermaßen schätzen zu können, gebe ich noch eine Liste, welche die Anzahl cm³ angiebt, die das abgesetzte Plankton einnahm:

		Tiefe			Tiefe
1. Bodensee	0,1	44 m	13. Thunersee	2,4	74 m
2. Untersee	1,5	34	14. Murtnersee	0,85	16
3. Pfäffikersee	0,9	24	15. Bielersee	1,0	16
4. Greifensee	2,2	24	16. Genfersee	0,8	74
5. Walensee	0,7	74	17. Comersee	1,6	74
6. Aegerisee	0,8	74	18. Luganersee	1,5	74
7. Zugersee	1,0	74	19. Langensee	1,45	74
8. Lungernsee	3,0	24	20. Wenigerweiher	—	
9. Sarnersee	?	?	21. Klöntalersee	0,2	30
10. Hallwylersee	1,4	44	22. Jouxsee	0,7	44
11. Sempachersee	2,4	24	23. See von Brenets	1,8	6
12. Brienzersee	0,8	74			

In dieser Liste fällt die geringe Planktonmenge des Klönthalersees auf. Nicht die hohe Lage ist hier ausschlaggebend; denn der Jouxsee weist trotz der Höhe von 1008 m. eine Planktonmenge von 0,7 cm³ auf. Temperaturmessungen in diesen beiden Seen würden wahrscheinlich die Antwort geben. Interessant ist der Vergleich derjenigen Seen, welche mit einander in Verbindung stehen. Es sind dies:

Bodensee	0,9 cm³	Pfäffikersee	0,9	Aegerisee	0,8
Untersee	1,5 cm³	Greifensee	2,2	Zugersee	1,0
Brienzersee	0,8 cm³	Jouxsee	0,7		
Thunersee	2,4 cm³	Brenetssee	1,8		

Seen	Peridineen		Dinoflagellaten		Schizophyten					
	Ceratium hirundin.	*Peridinium*	*Dinobryon.*	*Bicosoeca Diplosiga.*	*Anabaena*	*Oscillator. rubescens*	*Clathrocyst. aeruginos.*	*Merismopedia*	*Coelosphaerium* Kütz.	*Gomphosphaer. lacustr.*
1. Bodensee	ns	—	—	B. D.	v	—	—	—	—	—
2. Untersee	h	—	h	D.	ns	v(?)	—	v	—	—
3. Pfäffikersee	d	ns	d	B. D.	h	—	—	—	—	ns
4. Greifensee	h	ns	d	D.	ns	?	h	—	h	—
5. Walensee	h	ns	d	B.	—	—	—	—	v	—
6. Aegerisee	h	ns	ns(h)	D.	ns	v	—	v	—	v
7. Zugersee	h	ns	d	B. D.	ns	—	ns	v	—	ns
8. Lungernsee	h	ns	v	D.	v	h	—	—	—	—
9. Sarnersee	h	ns	h	D.	—	v	—	—	—	—
10. Hallwylersee	d	ns	d	—	h	h	h	—	—	ns
11. Sempachersee	d	h	d	—	ns	—	—	—	—	h
12. Brienzersee	h	ns	ns	—	—	v	—	—	—	v
13. Thunersee	h	v	—	—	—	?	—	—	—	—
14. Murtensee	h	ns	ns	D.	—	—	v	ns	—	—
15. Bielersee	h	v	ns	B. D.	v	?	—	—	—	ns
16. Genfersee	h	v	v	B.	h	—	—	v	—	—
17. Comersee	h	—	ns	B.	ns	—	v	—	—	v
18. Luganersee	h	v	v	B. D.	v	—	h	—	—	ns
19. Langensee	d	v	d	B.	ns	v	ns	—	—	h
20. Wenigerweiher	ns	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21. Klöntalersee	ns	—	v	—	—	—	—	—	—	v
22. Jouxsee	h	ns	d	B. D.	ns	v(?)	d	—	—	h
23. See von Brenets	h	ns	—	—	v	ns	—	v	—	v

Seen	Diatomeen											
	Asterionella gracillima	*Tabellaria fenestrata*	*Tabellaria flocculosa*	*Fragilaria crotonens.*	*Fragil. capuzina.*	*Cyclotella bodanica*	*C. bod. v. lemanica*	*C. socialis*	*C.* Schroet.	*C. melosiroid.*	*C. catenata*	*C. comta.*
1. Bodensee	ns	ns	ns	ns	ns	h	—	d	—	v	—	—
2. Untersee	h	ns	v	h	ns	h	—	d	—	v	—	—
3. Pfäffikersee	h	v	v	ns	v	v(?)	—	—	—	—	—	ns
4. Greifensee	ns	—	—	v	—	—	—	—	—	—	—	v
5. Walensee	h	h	—	d	v	—	—	v	—	—	—	v
6. Aegerisee	d	v	v	h	—	v	—	h	—	—	—	—
7. Zugersee	ns	v	—	h	—	—	—	h	—	—	—	v
8. Lungernsee	d	ns	v	v	—	—	—	—	—	—	—	v
9. Sarnersee	h	v	v	ns	—	—	—	—	—	—	—	v
10. Hallwylersee	ns	v	—	ns	—	—	—	ns	—	—	—	—
11. Sempachersee	h	—	—	ns	—	—	—	—	—	v	v	ns
12. Brienzersee	h	vs	—	ns	—	—	—	—	—	—	—	v
13. Thunersee	d	—	—	v	—	—	h	—	—	v	—	v
14. Murtensee	h	—	—	ns	—	—	—	—	—	—	—	—
15. Bielersee	h	—	v	d	—	—	—	—	—	—	—	v
16. Genfersee	ns	—	—	d	—	—	h	—	—	h	h	—
17. Comersee	ns	—	—	d	v	—	ns(?)	—	v	—	—	—
18. Luganersee	h	—	—	h	—	—	—	—	—	—	—	v
19. Langensee	ns	ns	—	d	—	—	ns(?)	ns	—	v	—	ns
20. Wenigerweiher	—	—	—	v	v	—	—	—	—	—	—	—
21. Klöntalersee	ns	v	v	ns	—	—	—	—	—	—	—	—
22. Jouxsee	ns	v	v	d	—	—	—	—	—	v	—	v
23. See von Brenets	v	—	—	v	v	—	—	—	—	—	—	v

Seen	Diatomeen								Chlorophyceen			
	Synedra delicat.	*Synedra ulna*	*Cymato-pleura*	*Melosira*	*Pleuro-sigma*	*Surirella*	*Campylo-discus*	*Andere Litoral-form*	*Eudo-rina*	*Sphae-ro-cystis*	*Botryo-coccus*	*Dictio-sphaer. pulchel-lum h.*
1. Bodensee	—	—	—	—	—	v	v	—	—	—	—	
2. Untersee	—	h	v	h	v	—	h	—	v	v	h	
3. Pfäffikersee	v	—	—	ns	—	—	—	—	v	ns	v	
4. Greifensee	—	—	v	h	—	—	v	—	—	v	v	
5. Walensee	ns	—	v	v	—	—	—	—	v	v	v	
6. Aegerisee	v	—	v	—	v	—	v	v	—	v	v	
7. Zugersee	v	—	—	—	—	—	v	—	v	v	—	
8. Lungernsee	v	v	—	—	—	v	—	—	v	v	—	
9. Sarnersee	v	v	—	—	—	—	—	—	—	v	—	
10. Hallwylers.	h	v	—	—	—	—	—	—	—	ns	h	
11. Sempachers.	v	v	v	v	v	—	v	—	—	v	h	
12. Brienzersee	—	v	—	—	v	—	v	—	—	v	—	
13. Thunersee	v	ns	—	—	—	—	—	—	—	ns	—	
14. Murtensee	—	—	h	—	—	h	h	—	—	—	—	
15. Bielersee	ns	v	ns	v	v	v	—	v	—	ns	ns	
16. Genfersee	—	v	ns	—	ns	ns	ns	ns	—	v	h	
17. Comersee	v	—	—	—	—	—	—	—	ns	ns	—	
18. Luganersee	—	—	—	—	—	—	—	—	v	ns	—	
19. Langensee	—	ns	—	v	—	v	—	—	h	—	Volvox	
20 Wenigerw.	—	—	—	—	—	—	—	—	v	ns	h	
21. Klöntalersee	—	v	—	—	—	v	v	—	—	—	—	
22. Jouxsee	v	—	v	h	—	v	ns	—	v	h	h	
23. S. v. Brenets	—	v	ns	—	ns	ns	v	—	—	v	—	

In allen Fällen enthält der See, welcher sich in einen anderen See ergießt, eine geringere Planktonmenge. Erst im zweiten See, welcher durch seinen Zufluss reineres Wasser erhält, entwickeln sich die Organismen so recht üppig.

Ich betrachte vorerst die einzelnen Pflanzengruppen:

a) Die Peridineen.

Die Liste ergiebt mit aller Deutlichkeit:

1. dass Ende August und Anfang September für die Entwickelung von *Ceratium hirundinella* sehr günstig waren;

2. dass *Ceratium hirundinella* eine allgemein verbreitete Species ist und

3. dass die Gattung *Peridinium* weit hinter *Ceratium* zurücksteht.

Der Punkt 1. stimmt mit den Beobachtungen zahlreicher Planktologen überein. So zeichnete Amberg das Maximum der Ceratiumentwickelung im Katzensee in den Monat August. Bemerkenswert ist die geringe Entwickelung der *Peridineen* im Bodensee.

Was die Anzahl der Hörner bei *Ceratium hirundinella* betrifft, so stimmen meine Beobachtungen mit denjenigen von Amberg überein: In allen Planktonproben dominieren die 4hörnigen Formen, mit Ausnahme von Aegeri- und Zugersee. Die Größenverhältnisse von *Ceratium hirundinella* bei den einzelnen Seen sind:

1. Bodensee	109—119 μ Länge	51—58 μ Breite
2. Untersee	95—203	51—68
3. Pfäffikersee	130—180	51—64
4. Greifensee	103—186	58—71
5. Walensee	130—160	58—64
6. Aegerisee	156—173	51—68
7. Zugersee	112—180	58—68
8. Lungernsee	136—204	58—71
9. Sarnersee	136—176	58—64
10. Hallwylersee	136—173	58—61
11. Sempachersee	102—152	51—61
12. Brienzersee	136—200	51—68
13. Thunersee	112—170	51—58
14. Murtnersee	139—160	54—71
15. Bielersee	122—193	56—68
16. Genfersee	132—170	51—64
17. Comersee	102—200	51—61
18. Luganersee	119—190	51—68
19. Langensee	153—210	51—68
20. Wenigerweiher	220—227	64—68
21. Klöntalersee	142—170	58—64
22. Jouxsee	163—186	57—68
23. See von Brenets	203—271	44—68

Die kleinsten Formen besitzt der Bodensee; die größten fand ich in den Proben des Wenigerweiher und des Sees von Brenets. Dennoch wäre der Schluss zu voreilig, dass die Ceratien der seichteren Gewässer größer als diejenigen tiefer Seen wären. Der Comersee besaß Formen von 200 μ Länge trotz seiner bedeutenden Tiefe von 400 m.

b) Dinoflagellaten.

Dinobryon.

Diese Gattung war häufig in folgenden Seen: Untersee, Pfäffiker-, Greifen-, Walen-, Aegeri-, Zuger-, Sarner-, Hallwyler-, Sempacher-, Langen- und Jouxsee. Eine mittelmäßige Entwickelung war vorhanden im: Brienzer-, Murten-, Bieler-, Comersee. Nur vereinzelt trat *Dinobryon* auf im Lungern-, Genfer-, Luganer- und Klöntalersee. In den Seen: Boden-, Thuner-, Brenetssee und im Wenigerweiher fehlte *Dinobryon*. Der Lungernsee mit einer Planktonmenge von 3 cm³ und der Thunersee mit einer solchen von 2,4 cm³ besaßen ein fast ausschließliches Asterionellenplankton. Auch im Bodensee, Genfer- und Luganersee spielten Diatomeen eine große Rolle, so dass ich geneigt wäre in einer starken Diatomeenvegetation die Ursache einer geringen Dinobryonentwickelung zu sehen. Freilich werden eingehendere Untersuchungen erst Aufschluss geben können. Uebrigens würde obige Annahme mit den Beobachtungen Ambergs im Katzensee übereinstimmen. Was die einzelnen Dinobryonarten anbetrifft, so ist ihr Auftreten aus folgender Liste ersichtlich (s. S. 241):

Allgemeine Schlüsse zu ziehen, wäre noch verfrüht. Interessant ist der Luganersee mit dem *D. stipitatum var. bavarica.*

Bicosoeca und *Diplosiga*

sind wie *Dinobryon* überall vertreten, wo *Asterionella* und *Fragilaria* eine gute Entwickelung erreicht haben. Merkwürdigerweise fehlte *Diplosiga* in dem enorm entwickelten *Asterionella*-Material des Thunersees.

c) Schizophyten.

Die häufigste Gattung war *Anabaena.* Ihr Auftreten in 16 Seen der verschiedensten geographischen Lagen und mit den verschiedensten physikalischen Bedingungen ist ein Beweis, wie weit verbreitet sie ist. *Oscillatoria rubescens* D. C. ist außer im Murtner-, Baldegger- (Bachmann) und Zürichsee (Schröter) ganz sicher auch im Lungern-, Hallwylersee und im See von Brenets anwesend und wahrscheinlich im Unter-, Aegeri-, Sarner-, Brienzer- und Langensee. *Chlathrocystis aeruginosa* bildete in 4 Seen eine üppige Vegetation und zwar im Greifen-, Hallwyler-, Luganer- und Jouxsee. Diese Seen sind in ihren Verhältnissen zu verschieden von einander, als dass man auf die Lebensbedingungen einer maximalen Entwickelung von *Chlathro-*

cystis schließen könnte. Eine sehr verbreitete Schizophycee ist auch *Gomphosphaeria lacustris.*

In keiner Planktonprobe waren die Schizophyten in so großer Menge vorhanden, dass sie eine Wasserblüte gebildet hätten. Dass der Murtnersee, das von *Oscillatoria rubescens* bevorzugte Wasserbecken, in der Planktonprobe diese Alge nicht zeigte, erklärt sich aus Beobachtungen, die von mir im Baldegger- und von Schröter im Zürichsee gemacht wurden. In den Sommermonaten zieht sich diese Alge in die tieferen Wasserschichten zurück. Sie wird also auch im Murtensee zu dieser Zeit in einer Tiefe gelebt haben, welche vom Netzzuge (aus 16 m.) nicht berührt wurde.

+ = vorhanden — = fehlend	*D. sertularia* var. *thyrsoid.?*	*D. divergens.*	*D. cylindricum.*	*D. stipitatum*	*D. stipitatum* var. *lacustris.*	*D. stipitatum* var. *bavarica.*
1. Bodensee	—	—	—	—	—	—
2. Untersee	+	+	—	+	+	—
3. Pfäffikersee	—	+	+	—	—	—
4. Greifensee	+	+	—	+	+	—
5. Walensee	—	+	—	—	+	—
6. Aegerisee	—	+	+	+	+	—
7. Zugersee	—	+	+	+	—	—
8. Lungernsee	—	—	—	+	—	—
9. Sarnersee	—	+	—	+	+	—
10. Hallwylersee	+	+	+	+	+	—
11. Sempachersee	—	+	+	+	+	—
12. Brienzersee	—	+	—	—	—	—
13. Thunersee	—	—	—	—	—	—
14. Murtnersee	—	+	—	+	+	—
15. Bielersee	—	+	—	—	+	—
16. Genfersee	—	—	—	+	—	—
17. Comersee	—	+	—	+	—	—
18. Luganersee	—	—	—	+	—	+
19. Langensee	—	+	+	+	—	—
20. Wenigerweiher	—	—	—	—	—	—
21. Klöntalersee	—	+	—	—	—	—
22. Jouxsee	+	+	—	+	—	—
23. Brenets-See	—	—	—	—	—	—

Eine Bevorzugung dieser oder jener Seen durch Schizophyten ist aus meinen Untersuchungen nicht ersichtlich.

d) Diatomeen.

Als überall auftretende Planktondiatomeen sind zu erwähnen: *Asterionella gracillima, Fragilaria crotonensis*, die Gattungen *Synedra* und *Cyclotella.* Auch die Gattungen *Tabellaria, Melosira, Cymatopleura, Campylodiscus, Surirella, Pleurosigma* können eine pelagische Lebensweise führen, wenn auch die letzten drei Genera eher der Uferflora zuzurechnen sind. Die folgende Tabelle giebt die Größenverhält-

nisse der *Asterionella gracillima, Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata* in den einzelnen Seen:

	Asterionella gracillima	*Fragilaria crotonensis*	*Tabellaria fenestrata*
1. Bodensee . . .	71. 75. 81	58. 98. 109. 119	41
2. Untersee	75. 78. 85	95. 101. 105. 115	102
3. Pfäffikersee . .	58. 64. 68	88. 92. 95	53. 92
4. Greifensee . . .	64. 71.	102	—
5. Walensee . . .	61. 64. 71	88. 98. 101. 105	34. 37. 41
6. Aegerisee . . .	61. 64	95	48
7. Zugersee . . .	64. 68. 74. 98	37. 64. 91. 96	—
8. Lungernsee . . .	81. 84. 91. 95. 98.	109	68. 74
9. Sarnersee . . .	84. 88. 91. 96. 98. 101	49. 64. 98. 101	57
10. Hallwylersee . .	61. 78	96. 136	—
11. Sempachersee . .	68	71. 85. 96. 126. 136	—
12. Brienzersee . .	75. 81. 95. 98	85	54
13. Thunersee . . .	81. 88. 91. 95	71	—
14. Murtnersee . . .	61. 64	91	—
15. Bielersee . . .	51. 88. 91. 96	85. 92. 109. 122. 125	37
16. Genfersee . . .	88	112. 119. 122. 132	—
17. Comersee . . .	20. 95	105. 108	—
18. Luganersee . . .	61. 68	85. 95. 102. 109	—
19. Langensee . . .	58. 102	78. 85. 88. 92. 98	41. 44
20. Wenigerweiher .		88	—
21. Klöntalersee . .	64. 68	71. 115	58
22. Jouxsee	61. 68. 85	109. 115, 119	40
23. Brenetssee . . .	71	102	—

Die größten Zellen von *Asterionella* besaßen der Langen-, Sarner-, Brienzer-, Bieler-, Thuner-, Comer-, Lungern- und Zugersee. So wenig wir die Größe der *Asterionella*-Zellen mit der Beschaffenheit der Seen in Verbindung bringen können, so wenig ist man im Stande, für die kleinsten Asterionellaformen einen besonderen Seentypus in Anspruch zu nehmen. Sehr interessant war die kleine *Asterionella* von nur 20 μ Länge aus dem Comersee. Kleine und grosse Zellen waren in einer und derselben Probe. Bemerkenswert ist jedoch, dass zwischen den kleinen Individuen von z. B. 50 μ Länge und den Formen mit 98 μ Länge nur wenig Uebergänge vorhanden waren. Große und kleine Formen waren scharf unterschieden. Auffallend war auch, dass gerade in den zwei Seen mit fast reinem *Asterionella*-Plankton die Zellen in der Größe viel weniger Schwankungen aufweisen, als in Seen mit geringer Asterionellavegetation.

Ebensowenig giebt die Länge der Fragilarienzellen ein Hilfsmittel ab, die Seen einzuteilen. Die längsten Fragilariastäbchen fand ich in folgenden Seen: Hallwyler-, Bieler-, Genfer-, Sempacher-, Joux-, und Bodensee; die kürzesten im: Sarner-, Zuger-, Bodensee. Nicht

die Tiefe der Seen, noch ihre Horizontalausdehnung sind ausschlaggebend für die Größenentwickelung der Diatomeenzellen.

Geben die allgemein verbreiteten Diatomeenspecies uns kein Mittel an die Hand, die einzelnen Seen zu charakterisieren, oder kleinere Seen von größeren, seichtere von tieferen zu unterscheiden, so benützt man zu diesem Zwecke um so lieber seltenere Arten. Ein Blick auf meine Tabelle lehrt auch in dieser Hinsicht, dass alle Schlüsse, welche bisher von anderen Autoren gezogen wurden, voreilig waren und dass es voreilig wäre, jetzt schon Schlüsse zu bilden. *Cyclotella socialis* war charakteristisch für den Bodensee, jetzt ist sie es nicht mehr. Das nämliche wird wahrscheinlich auch für *Cyclotella bodanica* zutreffen. *Cyclotella catenata* war bezeichnend für den Genfersee; ich fand sie auch im Sempachersee. Voreilig war z. B. auch der Schluss, den Chodat (98) gezogen hatte, indem er die Seen zwischen Alpen und Jura als *Melosira*-arm erklärte. Im Plankton des Untersees war die Gattung *Melosira* sehr reichlich vorhanden. Man hatte für das Plankton des Zürichsees *Tabellaria fenestrata var. asterionelloides* angenommen; ich beobachtete jedoch ähnliche sternförmige Kolonien im Langen- und im Zugersee. Ich erinnere ferner an *Oscillatoria rubescens,* welches seit Jahrzehnten eine Charakteralge des Murtnersees war. Wer aber die ungeheure Entwickelung dieser Alge im Baldegger- und im Zürichsee gesehen hat, der wird sich wohl hüten, eine seltenere Algenspezies für den Charakter eines Sees anzugeben, bis mehrere und gleichzeitige Untersuchungen der Seen vorgenommen sind. Wie schwierig es ist, aus den eben noch sehr lückenhaften Untersuchungen der Schweizerseen allgemeine Schlüsse zu ziehen, beweist folgendes Beispiel. *Synedra ulna*, *Cymatopleura*, *Campylodiscus, Surirella, Pleurosigma* werden gewöhnlich zur Litoralflora gerechnet. Ihr Auftreten soll einen seichten, oder schmalen See kennzeichnen. Damit stimmt aber die Planktonprobe des Genfersees ganz und gar nicht überein. Die Probe wurde bei gutem Wetter gefasst und zwar bei Morges, mindestens 1000 m vom Ufer entfernt, also ganz in der pelagischen Zone. Und dennoch waren all die genannten Diatomeengattungen nicht seltene Bestandteile des Planktons. In den Proben des Lungern-, Zuger-, Pfäffiker-, Greifensees etc., wo man sie erwarten sollte, waren sie kaum vorhanden.

e) Chlorophyceen.

Im großen und ganzen sind in den untersuchten Planktonproben die Chlorophyceen gering entwickelt. In allen Proben war *Sphaerocystis Schroeteri* zu konstatieren. Das Fehlen im Murten-, Langen- und Klöntalersee kann noch nicht sicher angenommen werden. Auch über diese Species sind eingehendere Untersuchungen wünschenswert,

indem wir diejenigen von Chodat nicht als abgeschlossen betrachten. Dass in meiner Planktonliste *Botryococcus Braunii* in mehreren Seen fehlt, mag ein Beobachtungsfehler sein, der darin besteht, dass die Proben bei den vorausgegangenen zoologischen Untersuchungen dieser auf der Oberfläche schwimmenden Alge beraubt worden waren. Interessant ist auf jeden Fall das reiche Auftreten dieser Grünalge im Unter-, Hallwyler-, Sempacher-, Genfer-, Jouxsee und Wenigerweiher, also in Seen von ganz verschiedenem Charakter. Merkwürdig ist auch die verhältnißmäßig starke Entwickelung von *Eudorina elegans* im Comer- und Langensee, obschon die Proben von Litoralalgen frei waren. Der Wenigerweiher war reich an *Volvox aureus*.

Allgemeiner Charakter der einzelnen Planktonproben.

1. Bodensee. Ausgesprochenes Vorherrschen der Diatomeen mit ganz bedeutendem Vorwiegen der Gattung *Cyclotella*. Alle anderen Planktongruppen treten stark zurück.
2. Untersee. Die Diatomeen, mit *Cyclotella* an der Spitze, geben dem Plankton den Diatomeencharakter. Daneben gelangen *Ceratium* und *Dinobryon* zur reichen Entfaltung, *Botrycoccus* und die Schizophyten stellen sich ein.
3. Pfäffikersee. *Ceratium* und *Dinobryon* bestimmen den Charakter. Ihnen schließen sich *Anabaena* und *Sphaerocystis* an. Die Diatomeen treten in den Hintergrund.
4. Greifensee. Charakter wie beim vorigen See. Nur sind hier die Schizophyten noch ausgesprochener.
5. Walensee. Diatomeen einerseits und *Ceratium*, *Dinobryon* andererseits stehen sich beinahe im Gleichgewicht. Unter den Diatomeen herrscht *Fragilaria* vor.
6. Aegerisee. Diatomeenplankton mit dominierender *Asterionella*. *Ceratium* und *Dinobryon* mischen sich darein.
7. Zugersee. *Dinobryon* und *Ceratium* überwiegen die Diatomeen, von denen *Fragilaria* und *Cyclotella* vorherrschen.
8. Lungernsee. Asterionellaplankton.
9. Sarnersee. Ein scharf ausgesprochener Charakter fehlt. *Ceratium*, *Dinobryon* und *Asterionella* stehen im Vordergrund.
10. Hallwylersee. *Dinobryon* und *Ceratium* geben den Grundcharakter. Schizophyten zahlreich. Diatomeen im Hintergrund.
11. Sempachersee. Grundcharakter der nämliche. Aber an Stelle der stark zurücktretenden Schizophyten treten die Diatomeen.
12. Brienzersee. *Ceratium* und *Asterionella* verhindern einen einseitigen Charakter.
13. Thunersee. Ausgesprochenes Asterionellaplankton.
14. Murtensee. Diatomeen vorherrschend. Das häufige Vorkommen von *Ceratium* lässt keinen typischen Chrakter aufkommen.

15. Bielersee. Diatomeenplankton mit *Fragilaria* an der Spitze. *Ceratium* und Chlorophyceen mischen sich darein.
16. Genfersee. Diatomeenplankton ausgesprochen mit vorherrschender *Fragilaria* und charakteristischer *Cyclotella*. *Ceratium*, *Anabaena* und *Botryococcus* sind häufig.
17. Comersee. Vorherrschen von *Fragilaria*. *Ceratium* häufig. Chlorophyceen sind vorhanden.
18. Luganersee. Kein ausgesprochenes Vorherrschen einer Planktongruppe. Alle sind vertreten.
19. Langensee. *Ceratium* und *Dinobryon* streiten um den Vorrang mit *Fragilaria*. Dazu tritt als häufiger Component *Eudorina*.
20. Wenigerweiher. Chlorophyceenplankton.
21. Klöntalersee. Diatomeenplankton mit *Ceratium*.
22. Jouxsee. Peridineen, Dinoflagellaten, Schizophyceen und Diatomeen bilden ein reichhaltiges Plankton, ohne dass eine dieser Gruppen zur Alleinherrschaft gelangen würde.
23. See von Brenets. Wenig ausgesprochener Charakter. Peridineen stehen im Vordergrund.

Aus dieser Liste ergiebt sich, dass die Häufigkeit der gewöhnlichen Planktonorganismen keinen Einteilungsgrund für die Einteilung der Schweizerseen bildet. Seen von verschiedenster Lage und verschiedensten äußeren Bedingungen können im Hauptcharakter des Planktons übereinstimmen und doch sich scharf von einander unterscheiden. So besitzen z. B. ein kräftig ausgezeichnetes Asterionellaplankton der Thuner-, der Lungern- und der Aegerisee. *Oscillatoria rubescens* im Lungernsee und *Cyclotella bodanica var. lemanica* im Thunersee genügen, um die beiden Planktonproben auf den ersten Blick unterscheiden zu können. Aus meinen untersuchten Planktonmaterialien geht mit Sicherheit hervor, dass es zur Zeit noch nicht möglich ist, die Schweizerseen in natürliche Gruppen zu teilen. Dieses wird erst mit Erfolg versucht werden können, wenn mehrere Male eine Reihe von Schweizerseen gleichzeitigen Studien unterworfen werden. Alle bisherigen Einteilungsversuche sind als verfrüht zu bezeichnen.

Vergleichen wir die Planktonproben derjenigen Seen, welche durch Flüsse mit einander in Verbindung stehen:

1. Bodensee und Untersee. Diejenigen Species, welche im Bodensee auftreten, finden sich auch im Untersee. In beiden Seen bestimmt *Cyclotella socialis* den Planktoncharakter. Nur treten im Untersee noch zahlreiche Planktonten auf (und zwar in beträchtlicher Zahl), welche im Bodensee gänzlich fehlen.

2. Pfäffiker- und Greifensee. Beide Planktonproben sind deutlich von einander verschieden, was die Zahl der Species betrifft. Der Gesamtcharakter beider Seen ist wohl ähnlich, aber nicht gleich.

3. Aegeri- und Zugersee. Beide Seen sind in ihrem Planktoncharakter stark verschieden.

4. Lungern- und Sarnersee. Während die Planktonprobe des ersten Sees ein vorherrschendes Asterionellaplankton mit *Oscillatoria rubescens* zeigt, tritt im Sarnersee *Dinobryon* stark in den Vordergrund und *Asterionella* ist nur mittelmäßig entwickelt und *Oscillatoria* vereinzelt.

5. Brienzer- und Thunersee. Wie verschieden die Planktonproben zweier benachbarter und durch einen Fluss verbundener Seen sein kann, das zeigen diese beiden Alpenseen, welche durch die wasserreiche Aare verbunden sind. Während im Brienzersee *Ceratium* und *Dinobryon* noch häufig sind, die Gesamtmenge aus einem Vertikalzuge von 74 m. 0,8 cm.^{3} beträgt, erreicht im Thunersee die *Asterionella* eine solche enorme Entwickelung, dass ein gleicher Vertikalzug 2,4 cm.^{3} Plankton enthält.

Ebenso auffällig sind nicht nur die quantitativen, sondern auch die qualitativen Planktonunterschiede der beiden Seen: *lac de Joux* und *lac de Brenets.*

Durch vorliegende Untersuchungen ergiebt sich also das Resultat: Seen, welche durch Flüsse mit einander in Verbindung stehen, stimmen gleichzeitig weder in quantitativer, noch in qualitativer Beziehung mit ihrem Plankton überein.

Ueberblicken wir die vorliegenden Planktonlisten noch einmal, so kommen wir zu dem Schlußsatze:

Nicht ein einzelner Plankton ist es, welcher den Charakter dieser mikroskopischen Schwebeflora eines Sees bestimmt, sondern die Gesamtkombination der verschiedenen Species mit Berücksichtigung der Frequenzverhältnisse der einzelnen Componenten.

Luzern im Dezember 1899. **Hans Bachmann.**

Litteraturverzeichnis.

900 Amberg. Beiträge zur Biologie des Katzensees. Inaugural-Dissertation. Zürich, 1900.

95 Apstein. Das Süßwasserplankton. Kiel, 1896.

85 Asper und Heuscher. Zur Naturgeschichte der Alpenseen. Bericht des St. Gallischen Naturf.-Ges. 1885—86.

84 Blanc, Prof. H., Lausanne. Note sur le Ceratium hirundinella sa variabilité et son mode de reproduction 1884.

900 Burckhardt, G. Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der größeren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue suisse de zoologie T. 7. 1899.

80 Bütschli. Protozoen. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. I. 1880—82.

98 Chodat. Etudes de biologie lacustre. Bulletin de l'Herbier Boissier. Genève 1898 und 1897.

41 Dujardin. Histoire naturelle des zoophytes. Infusoires. Paris, 1841.
38 Ehrenberg. Die Infusionstiere als vollkommene Organismen. 1838.
87 Imhof, Dr. O. E. Studien über die Fauna hochalpiner Seen, insbesondere des Kantons Graubünden. Jahresbericht der Naturf.-Ges. Graubündens. XXX. Jahrg. 1887.
900 Lemmermann. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. H. 7. 1900; dito H. 1. 1900.
97 Pitard Eugène. A Propos du Ceratium hirundinella O. F. Müller. Archives d. sc. phys. et nat. Genève 1897.
96 Schröter und Kirchner. Die Vegetation des Bodensees. Lindau, 1896.
97 Schröter. Die Schwebeflora unserer Seen. Neujahrsblatt d. Naturf.-Ges. Zürich, 1897.
94 Seligo, A. Ueber einige Flagellaten des Süßwasserplankton 1893. Diese Arbeit kenne ich nur aus „Forschungsberichte“ 1894, S. 65.
83 Stein. Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., 2. H. 1883.
99 Schütt. Ein neues Mittel der Kolonieenbildung bei den Diatomeen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1899.
93—98 Zacharias. Forschungsber. aus der biologischen Station zu Plön. H. 1—6. 1893—1898.

Die Bildung der Cellulose.

Eine theoretische Studie.

Von **Dr. G. Tischler**, Heidelberg.

Die Frage, wie die Cellulose in der Pflanzenzelle entsteht, ist seit Anfang der fünfziger Jahre von den verschiedensten Seiten behandelt worden. Es kann hier nicht der Ort sein, auf die umfangreiche Litteratur in dieser Beziehung einzugehen; ich verweise deshalb auf die Arbeiten von Buscalioni: „Contribuzione allo studio della membrana cellulare“ Teil I[1]) und Strasburger: „Die pflanzlichen Zellhäute“[2]), in denen dieselbe mit dankenswerter Gründlichkeit zusammengestellt ist. Ich will nur hervorheben, dass sich im wesentlichen zwei Ansichten gegenüberstehen, einmal die zuerst von Pringsheim (1854) ausgesprochene, wonach die Cellulosebildung zuweilen einer Transformation, einer „Umwandlung“ des Plasmas ihren Ursprung verdanke, dann (1855) die von v. Mohl, der die Cellulose stets als Ausscheidungsprodukt des Plasmas angesehen wissen wollte. Neben diesen beiden Theorien, die das mit einander gemeinsam haben, dass das Plasma der Hauptausgangspunkt für die Cellulosebildung sei, ist noch eine dritte zu erwähnen, wie sie etwa Dippel[3]) für gewisse Fälle aufstellte, wonach das Plasma als erst sekundär beteiligt anzusehen sei

1) Malpighia Anno VI, Vol. VI, Genova 1892.

2) Pringsheim's Jahrbücher Bd. 31. 1898.

3) Die Entstehung der wandständigen Protoplasmaströmchen in den Pflanzenzellen und deren Verhältnis zu den spiraligen und netzförmigen Verdickungsschichten. Abhandlung. der Naturf.-Ges. zu Halle, Bd. X, 1868.

und die durch das Plasma zugeführten Kohlehydrate in erster Linie die Bildner der Cellulose wären. Wir wollen uns zunächst nur mit den beiden ersten Theorien beschäftigen und auf die dritte erst im Laufe der Abhandlung zu sprechen kommen.

Während bis 1850 etwa ziemlich ausschließlich die v. Mohl'sche Ansicht maßgebend blieb, haben seit dieser Zeit doch andererseits eine Reihe von Forschern — ich will nur Strasburger, Wiesner[1]) und Buscalioni hier nennen — für gewisse Fälle mit der Sicherheit, die überhaupt die moderne Mikrotechnik uns gestattet, festgestellt, dass Bildung von Cellulosekörnern unzweifelhaft aus plasmatischen Granula an eben der Stelle des Raumes erfolgt, an der letztere liegen, dass somit eine Art direkte „Umwandlung" des Plasmas in Cellulose vor sich gehen müsse. Auch ich habe mich nicht gescheut, als ich Aehnliches beschrieben[2]), diesen Ausdruck zu gebrauchen.

Es verdient aber einmal festgestellt zu werden, dass wir, streng genommen, denselben in einem Sinne anwenden, der von dem Sprachgebrauche, den die Chemiker davon machen, abweicht. Gehen wir daher ein wenig genauer auf die Begriffe „Umwandlung" und „Ausscheidung" ein.

Ich kann z. B. wohl sagen, durch Erhitzen erfolge eine „Umwandlung" von gelbem in roten Phosphor, denn die ganze Masse des Phosphors wird hier in eine andere Modifikation übergeführt oder „umgewandelt". Aber bei einer „Umwandlung von Plasma in Cellulose" muss doch a priori berücksichtigt werden, dass Cellulose ein Kohlehydrat, Plasma ein Körper ist, in dem Eiweißstoffe eine große Rolle spielen, also eine Abspaltung zum mindesten der Stickstoff-Atome mit einigen Sauerstoff- und Wasserstoff-Atomen vorgenommen werden muss. So ist demnach das Produkt der chemischen Umsetzung, soweit es uns sichtbar ist, die Cellulose nämlich, nur ein Teil des ursprünglich vorhandenen Stoffes[3]).

Das Wort „Ausscheidung" ist andererseits in zu engem Sinne genommen worden. Man verband damit meist die Vorstellung, wie sie etwa v. Mohl bereits hatte, als müsse dieselbe räumlich sichtbar sein. Unter Ausscheidung von Membranstoffen wurde, um nur zwei Beispiele zu nennen, Bildung der Membran an den nackten Schwärmsporen,

---

1) Wiesner, „Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. Sitzber. d. Wiener Akademie 1886, Bd. XCIII, I. Abt." und „die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz 1892" (cit. nach Strasburger).

2) Tischler I., Ueber die Verwandlung der Plasmastränge in Cellulose im Embryosack bei Pedicularis (Ber. d. Königsberger Physik.-oekon. Ges. 1899).

3) Auch Strasburger hebt l. c. p. 595 ausdrücklich die Abspaltung der Cellulose hervor, behält aber aus praktischen Gründen das Wort „Umwandlung" bei.

sowie, um ein neueres Beispiel zu erwähnen, Bildung der Zellplatte in den Spindelfasern verstanden. Denn, was letzteres Beispiel anbetrifft, hat Strasburger in seinen „pflanzlichen Zellhäuten“ gezeigt, dass die kinoplasmatische Platte, die in der Aequatorialgegend der Spindelfasern angelegt wird, sich spaltet und Stoffe für die neue Membran in den dadurch entstandenen Hohlraum hineinbefördert.

Bedenken wir aber die Verhältnisse, wie sie in den Molekülen vor sich gehen müssen, so müssen wir sagen, dass Cellulose schließlich in gewissem Sinne immer ein Ausscheidungsprodukt des Plasmas ist, wenn wir uns auf den Boden einer der beiden von uns zuerst erwähnten Theorien stellen. Der große Unterschied zwischen „Umwandlung“ und „Ausscheidung“ verschwindet, wenn wir sehen, dass sich beide Vorgänge nur darin voneinander unterscheiden, dass etweder die ausgeschiedene Cellulose am Orte ihrer Bildung verbleibt (= „Umwandlung“) oder weiter transportiert wird (= „Ausscheidung“ im gewöhnlichen Sinne).

Wenn wir, um aus praktischen Gründen einen Unterschied in der Ausdrucksweise zu haben, das Wort „Ausscheidung“ für den zweiten Fall auch fernerhin reservieren wollen und uns nun nach einem anderen Worte als „Umwandlung“ umsehen, so erscheint mir „Abspaltung“ noch das passendste und vielleicht logisch richtigste zu sein. Wenn man aber glaubt, das alte Wort, da es sich bereits so sehr eingebürgert hat, beibehalten zu sollen, so darf man eben nie vergessen, dass es hier in einer etwas abweichenden Ausdrucksweise gebraucht wird.

Wie hat man sich nun bei einer Zusammenfassung der Untersuchungen die Cellulosebildung vorzustellen?

Meiner Meinung nach müssen hierbei die beiden Modifikationen des Plasmas: das Kino- und Tropho-Plasma (da diese beiden Namen doch wohl gebräuchlicher sind als Filar- und Alveolar-Plasma) unterschieden werden.

Ich weiß sehr wohl, dass diese beiden von Strasburger eingeführten Bezeichnungen für zwei verschiedene Teile des Cytoplasmas noch von vielen Forschern nicht anerkannt werden. Doch glaube ich, dass Strasburger's Ansicht dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft am besten Rechnung trägt.

In all den Fällen, in denen sich mit Hilfe des Kinoplasmas ohne Mitwirkung des Trophoplasmas Cellulose bildet, wie wir es z. B. bei den membranlosen Schwärmsporen der Algen, den Antipoden und dem befruchteten Ei im Embryosack der höheren Pflanzen sehen, geht die Bildung als „Ausscheidungs“-vorgang im engeren Sinne vor sich, man hat nirgends sicher beobachtet, dass eine Umbildung einzelner plasmatischer Teilchen stattfände, also eine Cellulosebildung durch „Abspaltung“ vor sich gehe. Strasburger betont dies ausdrück-

lich[1]) gegenüber den Anschauungen, wie sie etwa noch Berthold in seiner „Protoplasmamechanik“[2]) vertritt, wenn er sagt: „Pfeffer glaubt (Pflanzenphysiologie I, p. 287), dass die Zellmembran als Umwandlungsprodukt der Hautschicht aufzufassen sei, und nach meinen später näher anzuführenden Erfahrungen muss ich demselben hierin insofern beistimmen, als ich ebenfalls fand, dass die neue Membran nicht auf der Oberfläche, sondern an Stelle der peripherischen Schichten des Plasmakörpers auftritt.“ Die exakten Untersuchungen, wie sie aber von Strasburger angestellt wurden[3]) in Weiterführung Klebs'scher Versuche, lassen wohl keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die Berthold'schen Beobachtungen nicht richtig aufgefasst sind.

Nun kennen wir aber auch einige Fälle, in denen aus dem Innern der Zelle heraus das Plasma beginnt, Cellulose abzuspalten. Es beginnen nämlich einige Körnchen für sich sich umzugestalten, wie deutlich an den verschiedensten Objekten mit Hilfe des Flemming'schen Dreifarben-Verfahrens oder Javelle'scher Lauge konstatiert werden konnte. So geht dieser Vorgang vor sich in den Zellen von *Caulerpa* bei der „Balkenbildung“[4]), den Embryosackauswüchsen gewisser Scrofulariaceen und Plantaginaceen[5]), den Massulae von *Azolla*[6]), den Epidermiszellen der Samenschale bei einigen Pflanzen[7]), in den Suspensorzellen bei *Phaseolus*[8]), weiterhin in gewissen Zellen der Wurzeln von Pflanzen, die Mycorrhizenbildung aufweisen[9]) aus Resten des Pilzes und Produkten des Plasmas. Hier ist es überall sehr unwahrscheinlich, dass das Kinoplasma diese Neubildung hervorruft, trotzdem dies z. B. für *Caulerpa* von Janse[10]) angenommen wird. Denn wie ich bereits an anderen Stellen[11]) ausführte, wird oft fast das ganze in der Zelle enthaltene Plasma umgebildet, und wir müssten dann zu der Hypothese

---

1) l. c. p. 531.

2) p. 154.

3) l. c. p. 524—533.

4) Strasburger, l. c. p. 536 ff.

5) Buscalioni, l. c. parte III, IV. Tischler, l. c. I.

6) Strasburger, l. c. p. 545 ff.

7) Schmitz (Für *Torrenia*), Ueber Bildung und Wachstum der pflanzlichen Zellmembran. Sitzber. der niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde, Bonn 1880; Buscalioni (Für *Corydalis* u. *Verbascum*), l. c. parte II, III. Tischler II. Untersuchungen über die Entwicklung des *Endosperms* und der Samenschale von *Corydalis cava*. Verh. des nat.-med. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. VI. 1900 — und sicher noch vielfach verbreitet.

8) Buscalioni, l. c. parte I.

9) W. Magnus, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von *Neottia nidus avis*. Pringsh. Jahrbücher 1900, Bd. XXXV. Sep.

10) Janse, Bewegung des Protoplasmas von *Caulerpa prolifera*. Pringsheim's Jahrbücher 1890, Bd. XXI.

11) l. c. I, II.

greifen, dass diese Zellen fast nur Kinoplasma enthielten. Auch beginnt die Celluloseabspaltung oft im Innern der Zelle, also ohne jeden Zusammenhang mit der Hautschicht. Somit dürfen wir wohl mit größter Wahrscheinlichkeit sagen, dass in diesen oben angeführten Fällen das Trophoplasma die Fähigkeit der Cellulose-Abspaltung erhalten hat. Das Kinoplasma, das natürlich auch in der Zelle vorhanden sein muss, muss in diesem Falle natürlich auch den nämlichen Abspaltungsprozess eingehen, da in alten Zellen oft alles Plasma verschwunden und nur Cellulose vorhanden ist. Der Unterschied von dem vorherigen Verhalten des Kinoplasmas liegt eben darin, dass das Trophoplasma hier derjenige Teil des Plasmas zu sein scheint, der zuerst die Cellulosebildung in Angriff nimmt. — In den Zellen, in denen das Kinoplasma ohne Mitwirkung des Trophoplasmas nach unserer Ansicht die Cellulose ausscheidet, bleiben die Zellen nicht nur nicht für ihre Lebensfunktionen wohl erhalten, sondern sie haben dazu sogar die Cellulosebildung nötig. Demgegenüber glaube ich, dass bei Umbildung des Trophoplasmas ein seniler Vorgang uns vorliegt; die betreffenden Zellen sind entweder absolut unbrauchbar geworden (wie der Embryosackauswuchs bei *Pedicularis*, der dann bald abgeworfen wird) oder sie werden als totes Gewebe im Haushalte der Pflanze besser verwendet. Wo außerdem die Abspaltung eingesetzt hat, geht sie auch meist so weit vor sich, bis alles Plasma aus den Zellen verschwunden ist. Für einige der oben aufgeführten Beispiele wird uns dies ohne weiteres einleuchten: so dienen unzweifelhaft die transformierten Epidermiszellen der Samenschalen dem Samen zur Festigung. Für *Caulerpa* sieht Janse[1]) die Bedeutung der Cellulosebalken darin, dass sie verhindern sollen, dass die beiden Oberflächen der *Caulerpa*-„Blätter" und „-Rhizoide" durch die Turgorkraft, die etwa 4 Atmosphären hier beträgt, von einander entfernt werden.

Betreffs der von Mycorrhizen befallenen Zellen ist der Beobachter W. Magnus einer Ansicht, die sich mit unserer nicht deckt. Er giebt nämlich an, dass Cellulosebildung nur in besonders lebenskräftigen Zellen auftrete, die allein möglicherweise die Kraft haben könnten, sich vor den eindringenden Pilzhyphen zu schützen. Ich denke mir, dass die Zellen allein noch die Kraft besitzen, einen Teil von sich zu opfern, um den übrigen dem Leben zu erhalten. So ist dieser Fall nur graduell von dem vorigen verschieden; dort stirbt die ganze Zelle ab, hier nur ein Teil. Wichtig ist eben nur, dass Celluloseabspaltung in beiden Fällen als Todeserscheinung aufgefasst werden kann.

Beispiele dafür, dass das Trophoplasma auch zuweilen in der Lage ist, nicht durch „Abspaltung" vom Plasma, sondern durch „Ausscheidung" Cellulose zu erzeugen, sind nur überaus wenige bekannt. So

1) l. c. p. 272.

giebt einmal Strasburger an, es könne Zellhautbildung in herausgetretenen Plasmamassen bei *Vaucheria* auch da erfolgen, wo sie nur durch Hyalo- also Tropho-Plasma abgegrenzt sind. Und ferner käme wohl nur in Betracht der von Berthold[1]) angegebene Fall: „Wenn in Gewebezellen höherer Pflanzen im Lumen Drüsen von Kalkoxalat ausgeschieden werden, so sind die letzteren von einer Cellulosehülle überzogen, die von einem Plasmabeleg gebildet wird.“ Anschließend daran wäre an die Rosanow'schen Krystalle zu denken. Doch sind meines Wissens letztere Fragen noch nicht mit den Mitteln der modernen Technik untersucht, während bei unserem ersten Falle zu bedenken wäre, dass man nicht weiß, ob nicht und in wie kurzer Zeit eventuell, falls eine Hautschicht von nöten ist, das Kino- aus dem Tropho-Plasma gebildet werden könne. Dafür, dass derartige Bildungen zuweilen vorkommen, giebt Magnus[2]) ein Beispiel noch für die jüngste Zeit an.

Fassen wir nun die Erwägungen betreffend die Cellulosebildung aus Kino- und Tropho-Plasma zusammen, so gelangen wir nach dem Stande unserer gegenwärtigen Kenntnisse etwa zu folgenden Resultaten:

1. Wo das Kinoplasma ohne Mitwirkung des Trophoplasmas Cellulose bildet, also vornehmlich von der Hautschicht aus, geschieht dies nur durch Ausscheidung.

2. Wo das Trophoplasma im wesentlichen die Cellulosebildung vornimmt (das in der Zelle enthaltene Kinoplasma kommt hier erst sekundär in Frage), geht dies durch Abspaltung oder durch „Umwandlung“ im alten Sinne vor sich.

3. Das Trophoplasma scheint in seltenen Fällen auch durch Ausscheidung Cellulose bilden zu können, doch sind einmal die hierher gehörigen Fälle nicht genügend untersucht (Krystalle!), im zweiten Beispiele auch mit nicht allzugroßer Schwierigkeit einer anderen Deutung fähig.

Suchen wir uns weiterhin noch eine Vorstellung davon zu machen, wie etwa die chemische Umsetzung der Abspaltung der Cellulose aus dem Plasma vor sich gehe, so lässt uns hier jedes Schließen auf Grund von Beobachtungen im Stich. Denn es ist noch nirgends exakt nachgewiesen worden, was aus dem Stickstoff enthaltenden Teile des Plasmas wird. Das Wahrscheinlichste ist wohl, dass aus den Eiweiß-Molekülen irgend eine Amidosäure oder Amid enthaltende Verbindung in löslicher Form daraus entsteht. So wäre nach A. Fischer Tyrosin (also $C_6H_4(OH)—C_2H_3NH_2—COOH$) ein möglicherweise entstehendes Spaltungsprodukt[3]). Der N-haltige Teil des Moleküls könnte entweder in löslicher Form in andere lebenskräftige Zellen überführt oder wie

1) l. c. p. 20.

2) l. c. p. 30.

3) Citiert nach Strasburger l. c. p. 572.

Strasburger es für nicht unwahrscheinlich ansieht, als Inkrustationsstoff für die Membran verwandt werden. Letzterem gegenüber macht aber Correns[1]) darauf aufmerksam, dass der die Eiweißreaktion in den Membranen bedingende Körper erst relativ spät und allmählich auftritt und von Anfang an in den Membranen fehlt. Dies könnte aber nicht der Fall sein, wenn die N-haltigen Abspaltungsprodukte der Eiweißmoleküle durchgängig für die Membranen verwandt würden.

Hier ist es auch an der Zeit, jener dritten Hypothese der Cellulosebildung zu gedenken, wonach das Plasma zunächst nur die Zuleitung der Kohlehydrate übernehme. Diese würde aber die schwierige Frage nach der Zersetzung des Plasmas und Abspaltung der Cellulose daraus nur weiter zurück verlegen. Der Umstand, dass in alten Zellen oft das Plasma verschwunden ist, könnte auf andere Vorgänge zurückgeführt werden, die mit der Cellulosebildung an sich nichts zu thun haben, würde aber mit größter Wahrscheinlichkeit sich mit einer sekundären Zersetzung des Plasmas erklären lassen, doch scheint mir diese ganze Hypothese am wenigsten mit den in der neueren Zeit gemachten Beobachtungen in Einklang gebracht werden zu können. Ich möchte von ihr nur das als wahrscheinlich herausnehmen, dass jedenfalls die Stärke und sonstigen Kohlehydrate einen gewichtigeren Anteil an der Cellulosebildung haben, als man gemeinhin geneigt ist, anzunehmen. Denn es ist auffallend, dass meist bei der Cellulosebildung beobachtet wurde, dass Stärkekörner in die Nähe herangeführt werden. Schon Dippel[2]) wies für seine Gefäße darauf hin und in anderen von mir beobachteten Fällen (*Pedicularis*, *Corydalis*)[3]) sah ich vor der beginnenden Cellulosebildung eine große Menge Stärkekörner, die in ersterem Falle während der Umsetzung ganz verschwanden, im zweiten wenigstens stark abnahmen.

Strasburger erwähnt weiterhin dasselbe für *Azolla*, auch W. Magnus findet eine Stärkeansammlung für sein Objekt, wenn er auch nicht angiebt, ob nach seiner Meinung diese mit der Cellulosebildung etwas zu thun habe. Da er aber sagt[4]), sie trete dann, nach vorheriger Unsichtbarkeit in der Zelle, auf, wenn in seinen „Verdauungszellen" der Pilz in Klumpen exkrementiert ist, wenn also auch Cellulosebildung erfolgt, erscheint mir auch hier ein aktiver Anteil der Stärke sehr wahrscheinlich.

Die „Ausscheidung" der Cellulose, wofür wir als Beispiel z. B. die Scheidewandbildung in den Spindelfasern hinstellten, ist wohl nur so zu erklären, dass das stickstofffreie Molekül in Lösung gebracht wird, dann in den betreffenden Raum transportiert, in dem die Cellu-

1) Ueber die vegetabilische Zellmembran. Pringsh. Jahrb. 1894, Bd. XXVI.
2) l. c.
3) l. c. I, II.
4) l. c. p. 35.

lose sich bilden soll und dort in feste Form gelangt. Das dürfte auch mit der Ansicht Strasburger's zusammenfallen, der[1]) zu beweisen versucht, dass durchaus keine Schwierigkeit darin zu sehen wäre, dass vom Plasma ausgeschiedene Membranstoffe selbst Zellhautschichten durchwandern können, um an anderen Orten Verwendung zu finden.

Wir hätten nun nur noch übrig, die Frage zu berühren, wie weit der Zellkern an der Cellulosebildung beteiligt sei. Seit den Untersuchungen Haberlandt's[2]) wird ja im allgemeinen die wichtige Rolle, die der Kern dabei ausübt, nicht bestritten werden[3]), wenngleich man immer noch schwankend ist, ob ein stofflicher oder ein dynamischer Einfluss anzunehmen sei. Charakteristisch scheint mir für die Zellen, in denen das Trophoplasma im wesentlichen die Cellulose durch Abspaltung erzeugt, zu sein, dass der Kern im Laufe dieser Bildung degeneriert und schließlich gänzlich aufgebraucht ist. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass diese betreffenden Zellen, wie ich oben hervorhob, während des Umbildungsprozesses die Funktionen, die die lebende Zelle besitzt, einstellen und schließlich nur noch rein physikalisch für die Pflanze in Betracht kommen.

Entsprechend der Auffassung, die W. Magnus für seine Objekte von der Cellulosebildung aus dem Trophoplasma hat, die wir oben erwähnten, sieht er auch in den Fragmentationen, wie sie häufig hier vorkommen, z. B. bei *Listera* und *Leeanorchis* nicht Todes-Vorgänge, sondern glaubt an eine aktive Beteiligung des Kernes. Desgleichen will er für die von Buscalioni und mir beschriebenen Objekte dasselbe Verhalten als wahrscheinlich hinstellen. Doch erscheint mir dies nicht zulässig zu sein, da der Kern bereits zu der Zeit, in der die Fragmentationen hier auftreten, seine Struktur vollkommen verliert und bald gänzlich deformiert wird. Mir erscheint es umgekehrt wahrscheinlicher, dass auch die von Magnus beschriebenen Veränderungen des Kernes bereits Absterbeerscheinungen seien, zumal das Endresultat der Kernveränderungen für uns beide das gleiche ist. Denn auch Magnus betont[4]), dass eine ganze Reihe von Bildern wohl nicht anders zu deuten ist, „als dass in der That direkt stofflich bei der Cellulosebildung ein Substanzverlust der Kerne eintritt, der schließlich bis zu seiner völligen Atrophie führen kann."

Der Unterschied der Ansichten von Magnus und mir besteht somit im wesentlichen nur darin, dass ich auch schon den Beginn der Kernveränderungen, die Fragmentationen, als passiv ansehen möchte, während Magnus die Passivität erst später eintreten lässt.

1) l. c. p. 587.

2) Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen. Jena 1887.

3) Eine gegenteilige Ansicht hat aber z. B. Strumpf: Zur Histologie der Kiefer. Krakau, Abh. der Akad. 1899, cit. bei Magnus l. c. p. 50.

4) l. c. p. 51.

Als etwas anderes will ich aber die Fälle hinstellen, bei denen in sich verdickenden Zellen, wie sie z. B. von v. Derschau[1]) für die Zellen, die das Laubmoosperistom bilden oder von mir für die Epidermiszellen der Samenschale von *Corydalis* beschrieben wurden, Vielkernigkeit schon in einem relativ frühen Stadium eintritt. Doch sind diese Fälle nur vereinzelt, und haben die betreffenden Kerne einen wesentlichen Unterschied in der Struktur gegenüber den durch Fragmentation entstandenen in unseren oben erwähnten Beispielen. Eine so schön deutlich netzförmige Anordnung des Chromatins und feste Abgrenzung des Nucleolus, wie sie hier zu sehen ist, zeigen mir obige Kernstücke niemals. Es scheint mir das Wahrscheinlichste zu sein, dass hier Abnormitäten nicht erzeugt wurden für die Celluloseproduktion, denn sonst müssten sie allgemein sein, sondern dass die Pflanze die aus irgend einem Grunde geschilderten Abweichungen von der Einkernigkeit, die in alternden Geweben nicht selten vorkommen[2]), sekundär für die Cellulosebildung verwertet.

Bei der „Ausscheidung" der Cellulose, wie sie regelmäßig vom Kinoplasma ausgeführt wird und zuweilen, wo das Trophoplasma an seiner Oberfläche die Funktionen des Kinoplasmas zu übernehmen scheint, auch von diesem, scheint der Kern überall in erster Linie einen Einfluss auszuüben, den man vielleicht mit der „Katalyse" der Chemiker vergleichen könnte, insofern wenigstens als der Kern auch nach erfolgter Cellulosebildung noch vollständig intakt ist. Auch ist dies ja nicht anders denkbar, da die betreffenden Zellen ja nicht ihre Lebensfunktionen einbüßen, wie wir es sahen in den Fällen, in denen das Trophoplasma Cellulose aus sich abspaltet. [43]

Heidelberg, 1. Februar 1901.

Antennen der *Odonata*

von

Dr. phil. **Othmar Em. Imhof.**

Unsere wichtigsten systematischen Arbeiten über die Gitterflügler von Brauer, Rostock, Ris und Tümpel enthalten sonderbarer Weise sehr wenig oder gar nichts über den Bau der Antennen. Die unscheinbare Größe selbst an den größten Arten und Individuen und die Nadelgestalt dürfte der Grund unserer mangelhaften Kenntnisse sein.

Alles was Brauer und Rostock in der Familiendiagnose sagen, lautet: Fühler kurz, pfriemenförmig, fein, unansehnlich, 6—7gliedrig. Ris, schweizerische Odonaten, entbehrt jeglicher Angabe über Antennen. Auch Tümpel in seinem neuen Werk über die Geradflügler Europas hat leider die Antennen ebenfalls in der Systematik außer Acht gelassen, nur

1) Die Entwicklung der Peristomzähne des Laubmoossporogoniums. Botanisch. Centralblatt 1900, Bd. 82.

2) Vgl. z. B. Zimmermann: Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, 1897, p. 22.

in der Darstellung des Körperbaus finden wir etwas, aber nicht viel mehr als bei ersteren Autoren: sehr kurz, borstenförmig; auf einem dicken Grundglied stehen 5—6 andere Glieder, so dass die Fühler im ganzen aus 6—7 Gliedern zusammengesetzt sind. Die Funktion der Fühler scheine bei der sehr starken Entwicklung der Augen von geringerer Bedeutung zu sein.

Die ganze Systematik der genannten Autoren enthält das Wort Antennen nirgends.

Untersuchungen an 3 Genera ergeben einerseits nur 4 Glieder und andererseits wesentliche Unterschiede in deren Gestalt- und Größenverhältnissen, die ich kurz darlege, ausgedehntere Ergebnisse bald folgen lassend.

Genus Gomphus Lch. Basalglied sehr dick, sehr kurz, Länge geringer als Durchmesser. Zweites Glied länger, fast doppelt so lang und wesentlich dünner. Drittes Glied sehr klein, dünn. Viertes Glied borstenartig, doppelt so lang als die drei ersten zusammen.

Genus Calopteryx Lch. Basalglied sehr dick, sehr kurz, Länge geringer als Durchmesser. Zweites Glied kräftig, ziemlich lang, länger als erstes und zweites an *Gomphus*. Drittes Glied schlank, länger als erstes und zweites. Viertes Glied pfriemenförmig, wenig länger als drittes, letzter Dritteil zugespitzt.

Genus Lestes Lch. Basalglied mäßig lang im Verhältnis zum Quermesser, dieser annähernd nur ein Dritteil der beiden ersten Genera, Mittelteil etwas dünner als die Enden. Zweites Glied lang wie bei *Calopteryx*, aber dünner, letzter Dritteil leicht erweitert und am Ende abgerundet. Drittes und viertes Glied sehr dünn, von der Mitte des dritten stetig im Quermesser abnehmend, beide annähernd gleicher Länge.

Ein deutliches Vergleichungsbild geben die Zahlenverhältnisse.

	Gliederlänge:	Gliederquermesser:
Gomphus . .	3 : 5 : 3 : 22	5,3 : 4 : 1 : 0,5
Calopteryx . .	2 : 9 : 14 : 16	6 : 3 : 1,5 : 0,7
Lestes . . .	5 : 8 : 11 : 11	2 : 1 : 0,5 : 0,3

Für *Gomphus* ist besonders charakteristisch die außerordentliche Kleinheit des dritten Gliedes und die außerordentliche Länge des Endgliedes.

Calopteryx und *Lestes* haben die größere Länge des zweiten und dritten Gliedes gemeinsam, unterscheiden sich leicht durch die Länge und Dicke des Basalgliedes und die Stärke des dritten Gliedes.

Der äußere feinere Bau lässt bei *Gomphus* am ersten und zweiten Gliede spärliche, kurze, feine Haare erkennen. Der proximale Dritteil des vierten Gliedes trägt einzelne feine Erhebungen mit ganz kurzen hyalinen Kegelzäpfchen, die ich als Organe der Empfindung der Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur oder feiner Luftströmungen deuten möchte.

Bei *Lestes* erkennt man auf der proximalen Hälfte des dritten Gliedes in annähernd gleichen Distanzen vier helle, umrahmte, leicht gewölbte Stellen, ähnlich den Bildungen der Aphidenantennen, ob diese Bildungen vielleicht für Wahrnehmung von Luftdichtigkeit und Luftdruckänderungen dienen mögen? welche Funktionen wohl meist nur in ruhender und fixiert schwebender Stellung ausgeführt werden. [24]

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Mai 1901.** **Nr. 9.**

Inhalt: **Moll**, Die Mutationstheorie. — **Zykoff**, Bemerkung über *Dybowscella baicalensis* Nusb. — **Nusbaum**, Noch ein Wort über *Dybowscella baicalensis* mihi. — **Thiele**, Ueber die phyletische Entstehung und die Formentwicklung der Molluskenschale. — **Wolff**, Die Lebensweise des Zwischenwirtes der Malaria. — **Rosenthal**, Lehrbuch der allgemeinen Physiologie.

Die Mutationstheorie

von

Dr. J. W. Moll.

Hugo de Vries hat neulich angefangen mit der Publikation eines größeren Werkes, dessen vollständiger Titel lautet: Die Mutationstheorie, Versuche und Beobachtungen über die Entstehung von Arten im Pflanzenreiche [1]). Von gewisser Seite hat man schon sogleich nach dem Erscheinen der ersten Lieferung dieses Buches geschlossen, dass es den Zweck erfülle, die Darwin'sche Theorie zu zerbröckeln, wenn das auch vielleicht nicht die Absicht des Verfassers gewesen sei. Nichts ist aber weniger richtig. Im Gegenteil, ich hoffe dem Leser zu zeigen, dass die in der Mutationstheorie niedergelegten Gedanken sich denen Darwin's vollkommen anschließen, und dass hier, vielleicht zum erstenmale nach dem Erscheinen von Darwin's Hauptwerk, ein sehr bedeutender Schritt weiter gethan wird auf dem von diesem unsterblichen Autor gebahnten Wege.

Umsomehr verdient es deshalb unsere Aufmerksamkeit, dass, während der Titel des Darwin'schen Buches „The origin of species" lautete, auch de Vries sich beeilt uns mitzuteilen, dass seine Untersuchungen uns über die Entstehung der Arten belehren werden. Es scheinen also die Vorfechter der Descendenztheorie zu meinen, dass es in erster Linie darauf ankommt, die Welt davon zu überzeugen, dass die Arten oder Species nicht unwandelbar sind, dass sie aus anderen Arten hervorgegangen sind und vielleicht im stande sein werden, später noch

1) Leipzig, Veit u. Komp. 1901.

neue Arten hervorzubringen. Sie meinen offenbar, dass es vorläufig genüge, in dieser Hinsicht mit den Arten fertig zu werden, und dass dann der Annahme einer Descendenz für Genera, Familien, Ordnungen, und wie die größeren Gruppen weiter heißen mögen, keine sehr wichtigen Bedenken entgegenstehen werden.

Was ist die Ursache dieser Auffassung? Um das zu verstehen, müssen wir uns vorzustellen suchen, wie die Verhältnisse vor dem Erscheinen des Darwin'schen Buches lagen.

Tournefort (1656—1708) war der erste Botaniker, der auf solche Weise, wie wir es jetzt noch thun, zahlreiche bestimmte Gruppen im Pflanzenreiche unterschieden hat. Er nannte diese Gruppen bekanntlich Genera oder Gattungen. *Ranunculus*, *Gentiana*, *Campanula*, *Malva*, *Veronica* seien hier als Beispiele genannt. Im großen und ganzen kann man sagen, dass die Genera Tournefort's noch jetzt in der Wissenschaft giltig sind. Natürlich wusste er sehr wohl, dass z. B. zu der Gattung *Ranunculus* sehr verschiedene Pflanzen gerechnet werden, und dass es in fast allen Gattungen so gestellt ist. Ja er selbst hat in seinen Gattungen durch kurze Beschreibungen zahlreiche Formen angedeutet, z. B. bei *Ranunculus* mehr als 150. Aber er wusste auch, dass es für denjenigen, der Ordnung in ein Chaos bringen will, geboten ist nur Hauptsachen hervorzuheben, und dass ihm mehr als anderen die Gefahr droht, sich in Einzelnheiten zu verlieren Die Gattungen waren sozusagen die kleinsten Gruppen, welche Tournefort bewältigen konnte, ohne den Blick auf das Ganze zu verlieren.

An diese Einteilung der Pflanzenwelt in kleine Gruppen knüpften sich nun bei Tournefort auch theoretische Anschauungen, zumal die Meinung als solche, dass die von ihm unterschiedenen Gattungen geschaffen wären; während er annahm, dass die Unterschiede, welche innerhalb der Gattungen bestehen, die sich uns also jetzt als Arten zeigen, durch Abstammung aus einer Hauptform entstanden sein könnten. Man hat diese Anschauungsweise mit dem Namen Transmutationstheorie belegt. Tournefort war also für die kleineren Abteilungen des Pflanzenreichs ein Verteidiger der Descendenzlehre.

Tournefort's Arbeit wurde fortgesetzt durch Linné (1707—1778), der in den Gattungen die Verschiedenheiten studierte, und zu dem Resultate kam, dass fast alle aus mehreren, bisweilen selbst vielen, sehr wohl zu unterscheidenden Formen zusammengesetzt sind. Die kleineren Gruppen, in welche er so die Gattungen spaltete, hat er Arten oder Species genannt, und auch er hat theoretische Ansichten an seine Einteilung geknüpft, die denen Tournefort's vollkommen parallel laufen. Allgemein bekannt ist sein Ausspruch: „species tot numeramus quot diversae formae in principio sunt creatae". Ebenso bekannt ist eine andere Aeußerung Linné's, welche lautet: „varietates minores non curat botanicus." Das heisst also: Linné wusste ebensogut wie

Tournefort seiner Zeit, dass die von ihm zuerst unterschiedenen kleinsten Gruppen in den meisten Fällen wieder verschiedene Formen in sich schließen. Aber er betrachtete diese als meistens für ein genaueres wissenschaftliches Studium ungeeignet, obgleich er in vereinzelten Fällen auch *Varietates* bei seinen Arten beschrieben hat. Uns interessiert es hier auch, dass Linné der Meinung zugethan war, dass seine *Varietates minores* durch Abstammung aus den Arten entstanden wären. Wie man sieht, besteht ein genauer Parallelismus in den theoretischen Ansichten Tournefort's und Linné's; auch der letztere war also in gewissem, wenn auch mehr beschränktem Sinne ein Anhänger der Descendenzidee.

Die Botaniker haben, Linné's Wünschen gemäß, anfänglich die *Varietates minores* vernachlässigt, aber schließlich ist es doch so weit gekommen, dass deren Studium die Aufmerksamkeit wenigstens einiger unter ihnen auf sich gezogen hat.

Zumal Jordan, der in den fünfziger Jahren in Lyon arbeitete, hat in dieser Richtung vorzügliches geleistet. Er hat nicht nur die *Varietates minores* beobachtet und besser unterschieden, sondern sie auch in seinem Garten in vielen Generationen experimentell untersucht. Es kam dabei heraus, dass diese *Varietates* vollkommen immutabel sind, d. h. erblich konstant, ebensogut wie die Arten Linné's. Er hat sie denn auch „kleine Arten" oder „elementare Arten" genannt. Das bekannteste und großartigste Beispiel solcher elementarer Arten innerhalb der Species liefert die gewöhnliche *Draba verna*, welche in Europa deren 200 aufweist. Die Unterschiede sind klein aber vollkommen nachweisbar und ebenso erblich, wie das später von de Bary bestätigt wurde. Im allgemeinen kann man sagen, dass die in Europa wild wachsenden Arten durchschnittlich je 10 elementare Arten in sich schließen.

Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass in diesen elementaren Arten wirklich die kleinsten Gruppen vorliegen, welche man bei wild wachsenden Pflanzen über das Individuum hinaus unterscheiden kann, dass wir hier also am Ende unserer Einteilungsversuche angelangt sind.

Auch Jordan war dieser Meinung, und dazu war er, ebensogut wie seine Vorgänger bei den von ihnen unterschiedenen kleinsten Formengruppen, davon überzeugt, dass seine elementaren Arten geschaffen wären. Nur bei ihm findet man also die absolute Negation der Descendenzidee.

Es war somit zur Zeit des Erscheinens von Darwin's Origin of species die Sachlage folgende: Linné war der Herrscher in der systematischen Botanik, insofern wir uns hier mit dieser beschäftigen. In seinem nach oben und unten weiter ausgebauten Systeme waren die Gattungen Tournefort's sozusagen verschluckt, und damit auch

dessen theoretische Ansichten über die Descendenz der Arten. Der Transmutationisten gab es zwar noch einige, aber jedenfalls nur wenige.

Jordan hatte fast keine Anhänger, was sich wohl z. T. daraus erklären lässt, dass seine Ansichten in praktischer Hinsicht viele Unannehmlichkeiten mit sich bringen. Das System wird sehr kompliziert und verlangt zahllose Namensunterscheidungen mehr als die Linné'sche Auffassung. Fast alle Botaniker waren also Linné's Ansichten zugethan, wozu ohne Zweifel auch viel beigetragen hat, dass er die binäre Nomenclatur, dieses hochwichtige Element in der Systematik, fest an seinen Artbegriff verkettet hatte.

Nach diesen Auseinandersetzungen wird es, glaube ich, ohne weiteres verständlich, dass zu Darwin's Zeit die Auffassung der Art im Sinne Linné's das große Hindernis für die Entwickelung der Descendenzlehre war. Wenn es ihm möglich war, die wissenschaftliche Welt davon zu überzeugen, dass die Arten veränderlich wären, so war der Prozess gewonnen, denn es war im voraus zu sehen, dass niemand sich dann noch subsidiär an der Unabänderlichkeit der höheren Gruppen festklammern würde. Daher Darwin's Titel: origin of species.

Und auf demselben Boden stehen wir eigentlich noch jetzt, denn die große Bedeutung der Jordan'schen Versuche für unsere Anschauungen in dieser Hinsicht ist erst durch de Vries zu Tage gefördert. So wird es erklärlich, dass auch er sich in erster Linie an die Anhänger des Linné'schen Artbegriffes wendet.

Nun ist es aber einleuchtend, dass, wer wie de Vries, Versuche über die Descendenzlehre machen will, allererst die von Jordan gefundenen Thatsachen berücksichtigen muss. Es wird doch niemand versuchen, ein Genus oder eine Pflanzenfamilie experimentell hervorzurufen, oder deren Entstehung zu beobachten, denn man weiß dass dies große Gruppen mit zahlreichen verschiedenen Gliedern sind, welche vorher studiert werden müssen. Ebensowenig wird aber derjenige, der mit der oben geschilderten Sachlage vertraut ist, seine Versuche mit Linné'schen Arten anfangen, weil diese keineswegs die letzten Stufen des Systems über den Individuen bilden. Vielmehr wird er versuchen, was sich mit den kleinsten, bekannten Einheiten, mit den elementaren Arten, schaffen lässt. Es wäre somit bei dem jetzigen Stande unserer Wissenschaft für den Experimentator die Aufgabe: eine elementare Art aus einer anderen hervorzubringen, oder doch wenigstens unter seinen Augen entstehen zu sehen. Aber auch das ist noch zu viel verlangt. Man stelle sich vor, dass man eine der wildwachsenden elementaren Arten der *Draba verna* neu hervorrufen wollte. Da würde der Versuch sogleich daran scheitern, dass man die Vorfahren der gewählten Art nicht kennt, so dass man nicht weiß, von welcher Form man ausgehen soll, und ebensowenig, ob eine solche Stammform noch besteht, da sie vielleicht längst ausgestorben sein

kann. Mit anderen Worten, die Entstehung der wildwachsenden kleinen Arten ist ein historischer Vorgang, von dem es nicht einzusehen ist, wie man ihn mit unseren jetzigen Kenntnissen und Hilfsmitteln reproduzieren könnte.

Wer experimentieren will, wird also mit noch weniger zufrieden sein müssen, und da liegt es auf der Hand, dass er versuchen wird, aus bekannten Formen solche neue hervorzurufen oder entstehen zu sehen, welche den Charakter elementarer Arten in der Natur tragen. Steht einmal die Möglichkeit fest, dass solche Formen auf diese oder jene Weise aus anderen entstehen können, so wird dem Analogieschlusse Raum geboten, dass auf eben dieselbe Weise die wilden elementaren Arten entstanden seien, und dann kann man vorläufig diesen Schluss auf die Linné'schen Arten und die größeren Gruppen ausdehnen. Auf diese Weise hat de Vries gehandelt, und es ist ihm nach vielen vergeblichen Versuchen mit anderen Pflanzen gelungen, aus der bekannten *Oenothera Lamarckiana* unter seinen Augen neue, bisher unbekannte Formen hervorgehen zu sehen, die vollkommen den Charakter elementarer Arten tragen. Das ist in aller Kürze das Hauptergebnis seiner vieljährigen Untersuchungen. Es ist aber bis jetzt noch nicht gelungen, die Ursachen dieser Abspaltung neuer Formen klar zu legen.

Ich beabsichtige nun allererst meinen Lesern zu zeigen, wie sich die neu gefundenen Thatsachen zur Theorie Darwin's verhalten, mit anderen Worten, wie sie unseren jetzigen Kenntnissen angefügt werden können. Ich werde dann nachher über die gemachten Beobachtungen und Versuche etwas ausführlicher berichten.

Zu diesem Zwecke erlaube ich mir, zuerst die Darwin'sche Theorie in einige Sätze zu spalten; eine Spaltung, die vielleicht etwas willkürlich, aber für unseren Zweck dienlich ist.

Erster Satz. Es giebt bei Pflanzen und Tieren erbliche Abweichungen.

Zweiter Satz. Es werden fast bei allen Pflanzen und Tieren viel mehr Keime erzeugt, als unter den gegebenen Verhältnissen fortbestehen können. Daher der Kampf ums Dasein, in welchem im allgemeinen die am besten ausgerüsteten siegen und überleben. So entsteht die natürliche Auslese.

Dritter Satz. Sind nun vorteilhafte, erbliche Abweichungen vorhanden, so ist es wahrscheinlich, dass die Begünstigung derselben im Kampf ums Dasein, also die natürliche Auslese, die Art nach und nach abändern wird, und das kann so weit führen, dass aus einer vorhandenen Art eine oder mehrere neue entstehen.

Vierter Satz. Hat man einmal zugegeben, dass diese Theorie das Entstehen der Arten einigermaßen erklärt, so wird man auch wohl dazu übergehen wollen, sie auf das Entstehen der größeren Gruppen,

ja selbst des ganzen Pflanzen- und Tierreichs aus wenigen ursprünglichen Formen auszudehnen.

Nun wird es sogleich deutlich sein, dass dieser vierte Satz mit dem von de Vries gewonnenen Resultat nichts zu schaffen hat. Ferner hat er bei seinen Untersuchungen den Kampf ums Dasein nie mitwirken lassen, so dass auch der zweite Satz bei unseren Erörterungen ausgeschaltet werden kann. Es ist aber der erste Satz über das Vorkommen erblicher Abweichungen, auf dessen Gebiet wir uns fast ausschließlich bewegen werden. Denn man darf behaupten, dass die Mutationstheorie die Antwort giebt auf die Frage: welche in der Natur vorkommenden erblichen Abweichungen das Entstehen neuer Formen, etwa im Sinne unseres dritten Satzes, erklären können.

Wir wollen also zuerst untersuchen, welche Arten mehr oder weniger erblicher Abweichungen es überhaupt giebt, und dann ihre Berechtigung, als Faktoren bei der Artumwandlung und Artbildung sich geltend zu machen, näher besprechen.

Es sind nun bis jetzt die nachfolgenden erblichen Abweichungen bei den Pflanzen beobachtet worden:

1. Die kontinuierliche, auch fluktuierende, individuelle oder statistische genannte Variation, welche von Quetelet, Galton und anderen gründlich untersucht worden ist. Diese werde ich ausführlich zu besprechen haben.

2. Was ich hier kurz die teratologischen Abweichungen nennen will, von denen hier die Zwangsdrehungen und die Fasciationen als Beispiele genannt werden mögen. Diese Abweichungen, denen sich manche zugesellen, welche man vielleicht nicht als teratologisch im gewöhnlichen Sinne bezeichnen möchte, werde ich hier ganz bei Seite lassen, weil sie erst in einer späteren Lieferung des Buches ausführlich besprochen werden sollen, und auch ohne sie das Wesen der Mutationstheorie sich ganz gut erörtern lässt.

3. Die durch Bastardierung hervorgerufenen Abweichungen. Auch auf diese wird hier nicht weiter eingegangen werden, und zwar auf Grund derselben Erwägungen, welche ich bei den teratologischen Abweichungen hervorhob.

4. Die stoßweisen Abweichungen, auch Sprungvariationen, von Darwin single variations genannt. Sie sind zuweilen dadurch charakterisiert, dass sie nur ein einziges Merkmal betreffen, häufig auch nur den Verlust eines Merkmals. Als vorläufige Beispiele nenne ich hier: Abweichungen mit gefüllten Blüten, Verlust der Farbe in den Blumen oder der Behaarung, also z. B. Abarten mit weißen Blumenblättern u. s. w.

5. Die von de Vries bei *Oenothera Lamarckiana* beobachteten Abweichungen. Diese stehen in gewissem Sinne bis jetzt vereinzelt da. Sie schließen sich dennoch, wie wir sehen werden, den Sprungvariationen

in mancher Hinsicht sehr eng an; unterscheiden sich aber von den oben genannten Beispielen hauptsächlich dadurch, dass sie nicht einzelne Organe der Pflanze betreffen, sondern deren ganzes Wesen, so dass alle Teile davon berührt werden.

Es hat nun de Vries, einen früher viel benutzten, aber außer Gebrauch geratenen Namen wieder belebend, die Sprungvariationen und die bei *Oenothera* beobachteten Abweichungen als Mutationen zusammengefasst.

Andere erbliche Abweichungen als die hier aufgezählten kennt man zur Zeit nicht. Es geht also aus dem mitgeteilten hervor, dass wir jetzt zu untersuchen haben, inwiefern die fluktuierenden Variationen und die Mutationen bei der Artbildung sich beteiligen können, und wir fangen mit den ersteren an.

Es sei dabei vorausgesetzt, dass Abänderungen, welche im Sinne der Darwin'schen Theorie zur Ausbildung von Artmerkmalen, aber auch von Gattungs-, Familienmerkmalen u. s. w. führen sollen, einigen Bedingungen entsprechen müssen, von denen jedenfalls die folgenden die wichtigsten sind:

1. Die Abweichungen müssen einen qualitativen, nicht nur einen quantitativen Charakter tragen. Es muss sich dabei, wenn mir der Ausdruck gestattet sei, um ein „es ist da oder es ist nicht da", nicht aber nur um ein Mehr oder Weniger handeln. Es muss Unterschiede betreffen, einigermaßen vergleichbar mit denjenigen, welche entstehen durch die Einführung eines neuen Elementes in eine chemische Verbindung. Es ist wahr, dass unsere Unkenntnis uns Gelehrten nicht erlaubt, genügend Rechenschaft zu geben über das Wesen der Verschiedenheit zwischen kleineren und größeren systematischen Gruppen, die selbst Kinder intuitiv mit der größten Sicherheit und Leichtigkeit unterscheiden. Aber es steht deshalb, was, wie ich glaube, jeder Sachkundige zugeben wird, der oben genannte Satz nicht weniger fest. Niemand wird doch meinen, dass es je möglich sein wird, die Entstehung des Menschen aus amoebenartigen oder dergleichen Wesen zu erklären nur aus quantitativen Abänderungen von Merkmalen in positiver oder negativer Richtung, die in solchen Wesen schon fertig vorhanden waren. Bei der Artbildung muss manchmal etwas Neues hinzugekommen sein.

2. Die Abweichungen müssen vollkommen fixierbar sein, oder auch, wenn sie es anfangs nicht sein sollten, es werden können. Denn wenn es wahr ist, dass aus den Samen einer *Crucifere* nie eine *Solanee* oder selbst eine *Papaveracee* hervorgeht, so ist es ebenso wahr, dass die Samen der typischen Form einer Linné'schen Art nur ihresgleichen hervorbringen, und ebensowenig gehen die elementaren Arten in einander über, wird je aus dem Samen der *Draba verna violacea* die *Draba verna obconica* aufgehen. Das heißt: die elementaren Arten, und *a fortiori* die größeren Gruppen des Pflanzenreichs, sind immutabel.

3. Die Abweichungen müssen im stande sein, nach und nach sehr erhebliche Verschiedenheiten zu verursachen, denn die unendliche Mannigfaltigkeit der Formen in der ganzen Pflanzen- und Tierwelt muss auf ihrer Wirkung beruhen. Man kann sich dies nun entweder so vorstellen, dass zahlreiche kleine Abweichungen sich nach und nach zu einander gesellen können. Oder aber man kann sich vorstellen, dass die Abweichungen einigermaßen den Charakter von Pendelschwingungen besitzen, und dass also durch eine große Amplitude der Schwingung auch große Verschiedenheiten erreicht werden können. Aber eine von beiden Möglichkeiten muss jedenfalls vorhanden sein bei Abweichungen, welche, im Sinne der Darwin'schen Theorie, als Material für die Bildung von Artmerkmalen benutzt werden können.

Jetzt wollen wir zuerst untersuchen, inwiefern die Form der Variation, welche wir die fluktuierende, kontinuierliche oder statistische genannt haben, diesen drei Bedingungen entspricht, und also in der Descendenztheorie brauchbar ist.

Es sind nicht zwei Tiere oder Pflanzen derselben Art einander völlig gleich, und ebensowenig findet man an einem Baume zwei Blätter oder an einem Tiere zwei Haare oder Federn, die bei genauer Untersuchung sich als vollkommen gleich erweisen würden. Diese Erscheinungen sind es, die man als fluktuierende Variabilität bezeichnet hat. Und es meinen manche, selbst bedeutende Forscher, dass diese Abweichungen in bestimmten Fällen zur Bildung von Artmerkmalen geführt haben, ja dass nur diese Form der Variabilität in der Descendenztheorie benutzt werden kann. So weit ist Darwin selbst jedenfalls nie gegangen, aber er hat doch immer dieser Variabilität einen Platz in seinem Gedankengange eingeräumt.

Wir wollen nun sehen, was uns die bahnbrechenden Untersuchungen zumal Quetelet's, aber auch Galton's und anderer über diesen Gegenstand in späteren Jahren gelehrt haben, insofern wenigstens, als es für unseren Zweck notwendig ist.

Fangen wir dazu an mit der Beschreibung eines einfachen Versuchs, die Variabilität in der Länge der gewöhnlichen Bohne (*Phaseolus vulgaris*) betreffend, der von de Vries als Beispiel mitgeteilt wird, und sich von einem jeden leicht wiederholen lässt. Er bestimmte bei 450 Bohnen, die ohne Wahl einer käuflichen Probe entnommen waren, die Länge jeder einzelnen Bohne in Millimetern. Es wurde dabei das Resultat erhalten, dass die kürzeste Bohne 8 mm, die längste 16 mm lang war; zwischen diesen beiden Zahlen lag die Länge aller übrigen und zwar in folgender Verteilung:

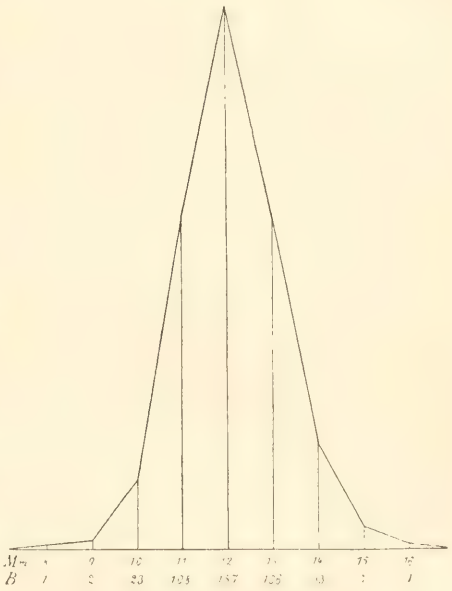
Länge in mm	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zahl der Bohnen	1	2	23	108	167	106	33	7	1

Es zeigt sich bei Betrachtung dieser Zahlen sogleich eine gewisse Regelmäßigkeit; die Zahl der Bohnen nimmt bei steigender Länge an-

fangs zu, erreicht ein Maximum, um dann wieder regelmäßig zu sinken. Wäre die Zahl der gemessenen Bohnen größer gewesen, so wäre auch die Regelmäßigkeit der Zahlenreihe zu beiden Seiten des Maximums eine noch größere gewesen.

Die hier gefundenen Zahlen sind nun benutzt worden, um die in nebenstehender Figur abgebildete Kurve zu konstruieren. Auf der Grundlinie sind die verschiedenen Längen, in Millimetern ausgedrückt, verzeichnet, während die vertikalen Linien die Zahl der Bohnen jeder verzeichneten Länge vorstellen. Es wird aus dieser Kurve die Regelmäßigkeit der Variabilität noch deutlicher hervorgehen.

Nach dieser statistischen Methode hat man nun die verschiedensten nach Zahl oder Maß bestimmbaren Merkmale bei Menschen, Tieren und Pflanzen untersucht, und man hat im großen und ganzen immer Kurven erhalten wie die neben abgebildete. Das nähere Studium dieser Kurven hat ferner zu Tage gefördert, dass ihr Verlauf immer dem Newton'schen Binomium, d. h. den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, entspricht, was man in anderen Worten auch so ausdrücken kann: das untersuchte Merkmal hat stets unter gegebenen Umständen eine bestimmte Größe, die aber von zufälligen Nebenumständen in positiver oder negativer Richtung beeinflusst wird. In der Mehrzahl der Fälle werden diese begünstigenden oder störenden Wirkungen einander aufheben, und deshalb wird auch in der Mehrzahl der Fälle der wahre Wert des Merkmals hervortreten; daher das Maximum der Kurve. In ziemlich vielen Fällen aber können auch die Nebenumstände den Wert des Merkmals etwas steigern oder vermindern, aber weil diese Umstände den Gesetzen des sogenannten Zufalls gehorchen, werden die Abweichungen nach beiden Richtungen desto seltener werden müssen, je größer sie sind, und wird ihnen nach beiden Seiten, sofern man nicht mit ungeheuer großen Zahlen arbeitet, sehr bald eine praktische Grenze gesteckt.



Das ist das wichtigste und immer wiederkehrende Resultat aller solcher Untersuchungen. Fragen wir uns jetzt, was das eigent-

lich bedeutet, so werden wir zugeben müssen, dass man, die Variabilität untersuchend, Stabilität gefunden hat. Denn nicht nur wird man, jedesmal neue Individuen einer Generation beobachtend, stets dasselbe Maximum der Kurve erhalten, sondern auch für aufeinander folgende, auseinander hervorgegangene Generationen gilt dasselbe, vorausgesetzt, dass die betreffenden Tiere oder Pflanzen unter sich gleichbleibenden Umständen und ohne Auswahl gezüchtet werden.

Es hat also ein jedes Merkmal unter bestimmten Lebensverhältnissen eine konstante, sozusagen wahre Größe, welche zwar von Nebenumständen in besonderen Fällen beeinflusst werden kann, aber bei Untersuchung aller oder auch nur zahlreicher Individuen sogleich ans Licht kommt.

Die Abweichungen finden nur nach zwei Richtungen, entweder nach positiver oder nach negativer Seite statt. Sie führen nie zum völligen Verschwinden des Merkmals oder zum Entstehen eines neuen. Die blaue Blume wird, selbst in ihren extremsten Varianten nie ganz weiß. Sollte sie es scheinen, so wird sich schließlich doch in ihrer Nachkommenschaft die blaue Farbe in ihren gewöhnlichen Abstufungen und mit nahezu dem nämlichen Mittelwerte wiederfinden. Ebensowenig werden die extremsten Varianten je gelb werden.

Wir werden also zu dem Schlusse gezwungen, dass die fluktuierende Variation, die wir fast überall in der Natur vorfinden, eine Erscheinung durchaus quantitativer Natur ist. Sie entspricht also keineswegs der ersten Bedingung, welche wir den Abweichungen gestellt haben, welche zur Bildung neuer Artmerkmale führen sollen. Denn wir haben oben festgestellt, dass solche einen qualitativen Charakter zeigen müssen. Im Grunde ist dadurch die Sache erledigt und zeigt also die einfache Betrachtung bekannter Thatsachen schon, dass die fluktuierende Variabilität in der Darwin'schen Theorie nie eine hervorragende Rolle spielen kann.

Doch glaube ich, dass mancher Leser sich durch das bis jetzt Mitgeteilte nicht ganz überzeugen lassen wird, und er hat Recht. Denn er wird daran denken, dass zumal im Ackerbau die künstliche Zuchtwahl oft mit fluktuierenden Variationen gearbeitet hat, und dass dadurch sehr wichtige Resultate erzielt sind. Er wird vielleicht zuerst denken an die Zucht der Zuckerrüben, bei denen man die fluktuierende Variation des Zuckergehaltes der Wurzeln benutzt hat, um den Ertrag der Ernte ungefähr zu verdoppeln; denn während um 1850 der Zuckergehalt der Rüben etwa 7—8% war, ist er jetzt auf 14—16% gestiegen. Und solcher Beispiele giebt es mehrere, wenn auch vielleicht kein so schlagendes. Nun wäre es offenbar nicht möglich, so etwas zu erreichen, wenn die im Vorhergehenden gegebene Vorstellung nicht nur richtig, sondern auch vollständig wäre. Denn diese enthält den Satz, dass der Mittelwert eines Merkmals in aufeinander folgenden Gene-

rationen derselbe bleibt, dass also die etwaigen Abweichungen sich nicht in der Nachkommenschaft in dem einen oder dem anderen Sinne anhäufen. Nun würde es natürlich den Rübenzüchtern unmöglich gewesen sein, ihre schönen Resultate zu erhalten, wenn nicht eine gewisse Anhäufung der positiven Abweichungen im Zuckergehalt bestünde.

Das heißt also: die Erfolge der Landwirtschaft auf diesem Gebiet zeigen, dass auf fluktuierender Variation beruhende Abweichungen wenigstens in gewissem Grade fixierbar sind, denn sonst wäre es unmöglich, den mit großer Mühe gewonnenen Vorsprung bleibend zu genießen. Es scheinen also die fluktuierenden Variationen, nach den Erfahrungen der Landwirtschaft, wenigstens der zweiten von uns gestellten Bedingung, d. h., der der Fixierbarkeit, zu entsprechen, wenn man auch zugeben muss, dass diese Erfahrungen den quantitativen Charakter dieser Abweichungen immer sehr deutlich in den Vordergrund treten lassen.

Wenn wir nun aber solche Fälle näher untersuchen, so wird sich bald zeigen, dass die Fixierbarkeit der Abweichungen hier nur eine relative, nur unter bestimmten Bedingungen möglich ist, dass mit anderen Worten die veredelten Rassen zwar in gewissem Sinne fixiert sind, aber dass diese Fixierung ganz anderer Natur ist als die, welche wir bei den Artenmerkmalen der wild wachsenden Pflanzen überall wahrnehmen. Es wird sich dabei zugleich die Unzulässigkeit der Annahme zeigen, dass die Amplitude der fixierbaren Variationsschwingungen je eine solche wird, dass daraus die großen Verschiedenheiten zwischen den systematischen Gruppen in der Natur ihre Erklärung finden könnten.

Für die Beurteilung der landwirtschaftlichen Veredelungsversuche ist es nun wichtig, zuerst auf eine Thatsache aufmerksam zu machen, die von Galton bei seinen Studien über fluktuierende Variation zu Tage gefördert ist. Wenn man die Nachkommenschaft solcher Individuen untersucht, welche in gewissen Merkmalen eine bestimmte Abweichung vom Mittel zeigen, so wird man finden, dass bei diesen in der ersten Generation durchschnittlich nur $^1/_3$ von dieser Abweichung übrig ist. Es ist dabei die Voraussetzung gemacht, dass die Nachkommenschaft sich unter denselben Bedingungen befindet wie die Stammeltern. Ein willkürliches Beispiel, den Zuckerrüben entlehnt, wird den Satz vielleicht noch deutlicher verstehen lassen. Man denke sich eine Zuckerrübenrasse, deren Zuckergehalt im Mittel 10% beträgt. Wenn man nun auf einem Felde als Samenträger für das nächste Jahr diejenigen Rüben aussucht welche 19% Zucker enthalten, und nur von diesen die Samen aussäet, so wird man eine Ernte bekommen, die im Mittel nur 13% Zucker enthält. Wenn man nun ohne Wahl weiter geht, so wird in der zweiten Generation der mittlere Gehalt auf 11% gesunken sein, in der dritten auf $10^1/_3$% u. s. w., das will also sagen: bei ein-

maliger Auswahl sehr zuckerreicher Individuen, welche aber nicht fortgesetzt wird, zeigt sich dieser größere Gehalt an Zucker zwar als einigermaßen erblich, aber er ist doch nach wenigen Generationen ganz wieder verschwunden. Das ist eine allgemeine Regel, soviel man bis jetzt weiß, sowohl für Abweichungen nach positiver als für solche nach negativer Richtung gültig. Galton hat sie Regression genannt.

Die Regression kann nun aber mehr oder weniger unwirksam gemacht werden, wenn man mit der einmal angefangenen Selektion fortfährt, und sich also in unserem Falle fortwährend die zuckerreichsten Individuen als Samenträger aussucht. Und weil in der Natur eine solche fortwährende Selektion vom darwinistischen Standpunkte doch angenommen werden muss, könnte man meinen, dass der Annahme einer Modifizierung der Artmerkmale auf diesem Wege nichts entgegenstünde. Man könnte sich z. B. die Sache so vorstellen: die zehnprozentige Rasse, von der wir ausgingen, variiere bis 19%; die daraus in zweiter Generation erhaltene Nachkommenschaft sei durchschnittlich 13prozentig, aber variiere nun wieder um 9%, also bis 21%. Die Nachkommen der 21prozentigen Pflanzen würden dann eine 16prozentige Rasse bilden, welche nach derselben Regel bis 25% variieren würde. Und ginge es auf diese Weise weiter, so würde schon nach 30 Generationen die Pflanze aus reinem Zucker bestehen. Schon daraus geht die Absurdität einer solchen Annahme hervor. Es ist in diesem Falle deutlich, dass in der Organisation eine Grenze gestellt sein muss für die Konzentration der Säfte, und dass Ueberschreitung dieser Grenze den ganzen Haushalt der Pflanze in Unordnung bringen würde und lebensgefährlich wäre. So wird es wohl in allen Fällen sein müssen: die Amplitude der fluktuierenden Variationen wird immer nur eine beschränkte sein können, und weder zum gänzlichen Schwunde des Merkmals, noch zu willkürlicher Vergrößerung desselben führen können.

Die Thatsachen sind mit dieser Betrachtung ganz im Einklange. Als Vilmorin im Jahre 1850 seine Versuche mit Zuckerrüben anfing, war der mittlere Zuckergehalt der von ihm benutzten Rüben wie gesagt 7—8%. Schon in der zweiten Generation war der Mittelwert auf 7—14% gestiegen und das Maximum war 21%. Das jetzige Maximum dieser Sorte liegt jetzt noch bei 21%, während nach 50 Jahren fortwährend fortgesetzter schärfster Selektion der Mittelwert nur bis 14—16% gestiegen ist. Es ist also der Fortschritt, der anfänglich sehr bedeutend war, bald ein äußerst langsamer geworden; in den paar ersten Jahren hat man relativ mehr erreicht als in fast 50 späteren, in denen die Methode der Veredelung sich nach und nach sehr hoch entwickelt hat. Es ist im allgemeinen wahrscheinlich, dass man, nur ein einziges Merkmal ins Auge fassend, in wenigen Generationen immer dasjenige erreichen kann, was bei Auswahl fluktuierend vari-

ierender Abweichungen überhaupt erreichbar ist, und dass der halbe oder der doppelte Wert des Merkmales dabei ungefähr die äußersten Grenzen bilden. In der Landwirtschaft wird die Veredelung aber oft lange mit gutem Erfolge fortgesetzt werden können, weil man meistens mehrere Merkmale zugleich bearbeitet, weil die Auslese im großen auf dem Felde oft nicht so scharf sein kann wie im Versuchsgarten eines Laboratoriums, und schließlich weil auch die langsamen, und vom biologischen Gesichtspunkte unbedeutenden Fortschritte, die man nach einigen Generationen nur machen kann, auch wenn sie nur Fraktionen von Prozenten betragen, doch einen bedeutenden Gewinn an Geld darstellen können.

Es geht also aus dem Mitgeteilten zur Genüge hervor, wie unwahrscheinlich es ist, dass man je die Entwickelung höherer Lebensformen aus sehr viel niederen auf solche Weise wird erklären können, dass die relativ wenigen Merkmale der niederen Form durch die große Amplitude ihrer fluktuierenden Variation die höheren Formen hervorgebracht haben.

Unserer dritten Bedingung wird also von der fluktuierenden Variabilität keineswegs entsprochen.

Wie steht es nun aber mit der Fixierbarkeit, welche, wie aus der Existenz der veredelten Rassen von Zuckerrüben, Getreidearten u. s. w. hervorgeht, in solchen Fällen jedenfalls in gewissem Maße vorhanden sein muss? Es ist damit so gestellt, dass die Resultate der Selektion bei den veredelten Rassen nie von der Selektion unabhängig werden. Es geht das aus einer allgemein bekannten Thatsache hervor, denn gute Samen der veredelten Rassen kann man nur von denjenigen beziehen, welche sich mit der Veredlung fortwährend, und meist nach wissenschaftlich hoch ausgebildeten Methoden beschäftigen. Wenn der Bauer die auf seinen Aeckern ohne Wahl gewonnenen Samen einer veredelten Rasse im nächsten Jahre zur Aussaat benutzt, wird er meist sogleich einen Rückschritt spüren können, und nach sehr wenigen Generationen ist von der ganzen Veredelung nur wenig oder nichts mehr übrig. Und auch den Züchtern, deren Fach Veredelung von Rassen ist, gelingt es nur mit Aufwand aller Kräfte, mit schärfster Selektion, und sorgfältigster Pflege das einmal gewonnene zu erhalten, und sehr langsam weiter zu kriechen. Demgegenüber steht aber für sie der Vorteil, dass sie stets hohe Preise für ihre Samen bedingen können, weil diese so ausgezeichnet sonst nicht zu haben sind.

(Fortsetzung folgt.)

Bemerkung über *Dybowscella baicalensis* Nusb.

Von **W. Zykoff**,
Privat-Docent der Zoologie an der Universität zu Moskau.

In No. 1 des Biologischen Centralblatts dieses Jahres erschien ein Artikel von Józef Nusbaum „*Dybowscella baicalensis* nov. gen.

nov. spec.", worin er behauptet, dass *Dybowscella* „das erste, überhaupt in der Litteratur benannte Beispiel des Vorhandenseins eines *Polychaeten* im Süßwasser ist." Das ist unrichtig. Im Jahre 1858 fand Prof. Jos. Leidy zusammen mit *Urnatella gracilis* einen kleinen *Polychaet* im Schuylkill River, zu Fairmount, Philadelphia, welchen er *Manayunkia speciosa* nannte[1]); im Jahre 1883 fand Mr. Edward Potts denselben Wurm im Egg Harbor River, New-Jersey. Einige Exemplare dieses Fundes wurden studiert von Prof. Leidy, der eine ziemlich eingehende Beschreibung dieses interessanten Süßwasser-*Polychaet* mit Zeichnungen gab[2]). Also ist es klar, dass *Dybowscella* nicht, der Zeit nach, der erste Fund eines Süßwasser-*Polychaet* ist. Ferner, wenn ich die Beschreibung und die Zeichnungen Nusbaum's mit denen bei Leidy vergleiche, komme ich zu dem Schlusse, dass *Dybowscella baicalensis* dem Prioritätsrechte nach zur Gattung *Manayunkia* gehört. In der That, *Manayunkia speciosa* ist aus der Gruppe der Sedentarien und sitzt ebenfalls in einer Röhre; der Körper besteht auch aus 12 Segmenten, von welchen 2 dem Kopfe angehören, 7 bilden den Rumpf und die 3 letzten das Abdomen; ebenfalls giebt es 2 Bündel von auf besonderen Lappen sitzenden, kiemenartigen, zylindrischen Anhängen, deren Zahl bei *Manayunkia* 36 (30—40 bei *Dybowscella*) ist. In der Länge des Körpers ist ein Unterschied: *Manayunkia* erreicht 3—4 mm Länge, *Dybowscella* 7—8 mm; folglich zweimal mehr. Es ist ein Unterschied in der Zahl, aber nicht in der Form der sogen. Salmacinenborsten und Hakenborsten: bei *Manayunkia* ist die größte Zahl der Salmacinenborsten 10 (bei *Dybowscella* 15—20), der Hakenborsten 24 (bei *Dybowscella* 30—40). Da die *Manayunkia* halb so groß ist, so ist die geringere Borstenzahl leicht zu verstehen. Die Zahl der Augen ist zwei bei beiden Formen, ebenfalls hat *Manayunkia* ein paar Nephridien, die nur in dem Kopfabschnitte des Körpers liegen. Mit einem Worte, die Vergleichung zeigt, dass *Dybowscella baicalensis* wahrscheinlich ganz identisch mit *Manayunkia speciosa* ist. Wenn das so ist, so erscheint die Thatsache der geographischen Verbreitung der Gattung *Manayunkia* im Baikalsee einerseits und in den Flüssen Nordamerikas anderseits äußerst interessant. [44]

22. Januar/4. Februar 1901.

Noch ein Wort über *Dybowscella baicalensis* mihi und einige andere Süßwasserpolychaeten

von Prof. **Józef Nusbaum** (Lemberg).

In dem Aufsatze über *Dybowscella baicalensis*, den ich in Nr. 1 dieses Blattes im laufenden Jahre veröffentlichte, habe ich angegeben,

1) Proceed. of the Acad. of Natur. Sc. of Philadelphia, 1858, p. 90.

2) Proceed. of the Acad. of Natur. Sc. of. Philadelphia, 1883. p. 204—212, Pl. IX..

dass dies das erste mir bekannte Beispiel des Vorhandenseins eines Polychaeten im Süßwasser ist.

Dank der großen Liebenswürdigkeit des Prof. Dr. Alfred Giard aus Paris, wurde ich von ihm benachrichtigt, dass es bereits einige vereinzelte, jedenfalls aber äußerst seltene Angaben giebt über das Vorkommen dieser Würmer im Süßwasser. Der von mir beschriebene Fall steht also, zu meiner großen Freude, nicht einzig und allein in der Litteratur.

Und zwar im Jahre 1858 hat Leidy[1]) eine Sabelline aus Nordamerika beschrieben und dieselbe als *Manayunkia speciosa* bezeichnet. Später, im Jahre 1883, hat er[2]) diese Species näher beschrieben. In demselben Jahre hat A. G. Bourne[3]) eine Brackwassersabelline *Haplobranchus aestuarius* beschrieben. Wie mir Prof. Giard brieflich mitteilt „Haplobranchus est sans doute synonyme de Manayunkia". Jedenfalls sind sie äußerst nahe verwandt.

Im Jahre 1893 beschrieb Prof. Giard[4]) eine höchst interessante, aberrante Form einer Süßwassersabelline aus Tonkin, welche er *Caobangia Billeti* nannte. Dieselbe ist in manchen Hinsichten mit *Manayunkia* verwandt, unterscheidet sich aber von derselben in hohem Grade durch viele eigentümliche Strukturverhältnisse. Die beiden Gattungen unterscheiden sich sehr von der Gattung *Dybowscella*.

Die wichtigste Differenz besteht wohl darin, dass *Caobangia* und *Manayunkia*, wie *Amphiglene* und manche andere marine Sabellinen, hermaphroditisch sind, während bei der Gattung *Dybowscella* die Geschlechter getrennt sind und einen gewissen (besonders die Art *D. baicalensis*) Grad von sekundärem Geschlechtsdimorphismus und zwar im Baue des Kragens aufweisen.

Die Form, die Zahl und die Anordnung von Borsten und Hakenborsten sind auch bei allen drei Gattungen ganz verschieden. Außerdem besitzen die Gattungen *Manayunkia* und *Caobangia* grünes Blut, was auch eine große Differenz im Vergleich mit *Dybowscella* darstellt, deren Blut farblos ist.

Wie die *Manayunkia*, bewohnt auch die *Dybowscella* ganz freie Röhrchen, welche an verschiedenen Gegenständen sich anheften, die *Caobangia* bewohnt dagegen Röhrchen, die in dickeren Partien der Gasteropodenmuschel *Melania* ausgegraben werden. Eine äußerst interessante Struktureigentümlichkeit der *Caobangia* besteht darin, dass der Darmkanal eine Schleife bildet und der Hinterdarm in einer

1) Proceed. of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia 1858.

2) Ibidem. 1883. Ich citiere diese beiden Schriften nach der Angabe von Giard, da dieselben mir nicht zugänglich sind.

3) Quart. Journ. of Microsc. Science (new series). Vol. XXIII 1883.

4) Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Séance du 6. Mai 1893.

gewissen Entfernung vom Munde auf der Bauchseite des Körpers nach außen mündet.

Außer diesen sehr spärlichen Angaben über Süßwasserpolychaeten ist noch zu bemerken, dass einige kleine Arten von Nereis und Lumbriconereis (Kennel, Benham) in Brackgewässern gefunden worden sind. Interessant ist die folgende, mir von Giard mitgeteilte Angabe: „Nereis (Hediste) diversicolor O. F. Müller vit a Wimereux et sur le côte ouest de France dans les marais salants, ou la salure de l'eau varie beaucoup et est souvent très faible. On peut en laboratoire la faire vivre en eau douce pendant très longtemps."

Herr Dr. Anton Collin, Kustos am Königl. Museum f. Naturkunde in Berlin, teilt mir mit, dass in den sehr reichen Sammlungen des Berliner Museums, so weit es dem Herrn Collin bekannt ist, kein einziges Exemplar eines irgendwelchen Süßwasserpolychaeten vorhanden ist. Herr Collin schreibt mir weiter, dass eine Nereis, wahrscheinlich *N. diversicolor*, aus dem Frischen Haff erwähnt wird und zwar von Mendthal (Untersuchungen über die Mollusken und Anneliden des Frischen Haffes: in Schriften d. physik. ökonom. Gesellschaft, Königsberg, 30. Jahrg. 1889). „Das Haff — schreibt Collin — ist fast ganz von der Ostsee getrennt und erhält durch die Nogat, einige kleinere Flüsse und den Pregel reichlichen Süßwasserzufluss. Ueberhaupt ist die ganze Ostsee ganz versüßt und enthält doch mehrere Polychaeten (vergl. die Jahresberichte der Kommission zu wiss. Untersuchungen der Deutschen Meere für 1871, Bd. I und folgende)."

Die von Giard, Mendthal, Collin u. a. erwähnten Fälle des Vorkommens gewisser Polychaeten in wenig salzigen Gewässern, die mehr oder weniger mit dem Meere zusammenhängen oder jedenfalls in der unmittelbarsten Nähe der See liegen, ist von allgemeinbiologischem Standpunkte gewiss sehr interessant, aber sie sollen nicht mit dem von uns beschriebenen Falle zusammengestellt werden, da der Baikalsee kein Brackwasser enthält, sondern ein ganz süßwässeriger Binnensee ist, der nur in sehr entfernten geologischen Perioden mit irgend einem Meere wahrscheinlich in Verbindung stand, von welchem er auch seine Fauna bezog, und diese Fauna konnte sich während der langen geologischen Perioden beträchtlich verändern und den neuen Bedingungen sich anpassen. Die Fauna des Baikalsees ist eine typische Reliktenfauna, weshalb sie ein besonderes wissenschaftliches Interesse erweckt.

Dr. W. Dybowski[1]), der in seinem interessanten Aufsatze „Beschreibung einer Hinterkiemer-Schnecke aus dem Baikalsee *(Ancylodoris baicalensis)*" diese Frage erörtert, schreibt, ebenso wie der Paläontologe Prof. R. Hörnes, dem Baikalsee unbedingt eine Reliktennatur zu.

1) Nachrichtsblatt der deutschen Malakozool. Gesellschaft Nr. 9. 10, 1900.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir nochmals die interessante und äußerst charakteristische Struktur der beiden Nephridien der *Dybowscella* hervorzuheben, welche von der Struktur der Nephridien bei den verschiedenen marinen sedentären Polychaeten, die speziell in meinem Institute zum Zwecke eines vergleichend-anatomischen Studiums untersucht worden sind, abweicht, und zwar bilden hier die Nephridien kompakte, aus großen Zellen bestehende Organe, wobei das Lumen des Ausführungsganges, welches von einer Schicht zylindrischen Epithels umgrenzt ist, in dem drüsigen exkretorischen Teile des Organes in ein System von vielfach sich verzweigenden und im Innern der Zellen, also intracellulär verlaufenden Kanälchen übergeht, was an die Verhältnisse bei vielen Süßwasseranneliden, z. B. bei den Chaetogastriden[1]) und an die bekannten Verhältnisse bei den Süßwasserhirudineen erinnert, während bei den verwandten marinen Formen, z. B. bei *Amphiglene, Dasychone, Spirographis* u. a. das einheitliche (nicht verästelte) Lumen des Nephridiums von einer Schicht Epithelzellen umgrenzt ist[2]).

Es wäre interessant, die Struktur der Nephridien bei einigen anderen bisher bekannt gewordenen Süßwassersedentarien zu untersuchen, besonders bei *Manayunkia* und *Caobangia*. Es hängt vielleicht diese interessante Strukturveränderung der Nephridien, die ja Organe von großer physiologischer Bedeutung sind und mit den Prozessen der Stoffumwandlung innig zusammenhängen, von den stark veränderten, durch den Uebergang der Würmer in das Süßwasser bedingten äußeren Lebensbedingungen ab.

Nachtrag. Nachdem ich schon den obigen Aufsatz der Redaktion dieses Blattes gesandt hatte, erhielt ich die kurze Notiz von Felix Mesnil „Remarques sur les Polychètes d'eau douce, à propos des formes nouvelles du lac Baikal" in Nr. 10 vom 15. März 1901 der „Comptes Rendus Hebdomaires des séances de la Société de Biologie." Mesnil vergleicht die Gattung *Dybowscella* mit den Gattungen *Manayunkia, Caobangia* und *Haplobranchus*. Ich muss hier bemerken, dass die Behauptung Mesnil's „Les quatre genres que nous comparons sont proballement tous à sexes separés" mir ganz unbegründet erscheint, denn Prof. Giard sagt in seiner Arbeit über *Caobangia Billeti* folgendes: „Je n'ai pu distinguer les testicules; cependant, comme tous les exemplaires que j'ai étudiés portaient des oefs, je suis convaincu que *Caobangia* est hermaphrodite comme *Manayunkia*, *Amphigena* et nombre d'autres Sabelliens." [56]

1) Vejdovsky, System und Morphol. der Oligochaeten, 1884.

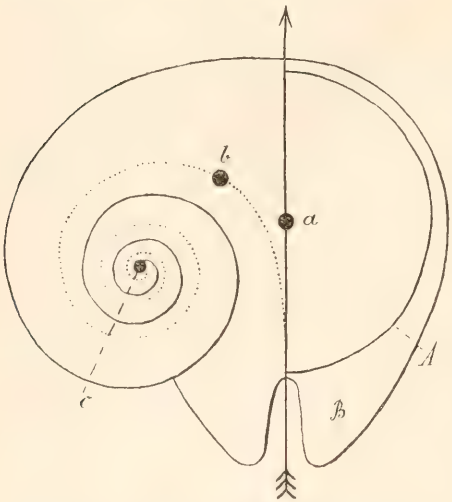
2) Bei dieser Gelegenheit muss ich einen Druckfehler auf S. 18 in meinem Artikel über *Dybowscella* in Nr. 1 dieses Blattes 1901 korrigieren. In der dritten Drucklinie (von oben) sollen die zwei Wörter „zu bestehen" ganz weggelassen werden.

Ueber die phyletische Entstehung und die Formentwicklung der Molluskenschale.

Von **Joh. Thiele.**

An anderem Orte [1]) habe ich meine Ansicht über die Gründe der Entstehung der spiraligen Gastropodenschale und der Herumdrehung der Kiemenhöhle nach vorn dargelegt. Zur Ergänzung dessen will ich noch die folgenden Bemerkungen hinzufügen.

Als älteste Anlage der Schale stelle ich mir eine annähernd kreisrunde oder ovale Cuticula auf dem Rücken der vollkommen flachen, turbellarienartigen Vorfahren der Mollusken vor; dieselbe ließ nicht nur den Kopf, sondern auch den Körperrand ringsum unbedeckt. Durch die Cuticularisierung wurde die Atmung ungünstig beeinflusst; das gab Veranlassung zur Entwicklung zweier Kiemenfortsätze in der Aftergegend, und zum Schutze dieser Kiemen bildeten sich zwei Hautfalten (*B* in der Figur) aus, die sie bedeckten und auf welche sich die Cuticula fortsetzte: der Anfang einer Mantelbildung, von der sich dann eine schmale Falte rings um die Cuticula fortsetzte. Durch Kalkeinlagerung wurde nun weiter eine Verstärkung der Cuticula bewirkt und diese erst eigentlich zu einer Schale. An ihr bildet sich beim individuellen Wachstum meistens eine Oberflächenskulptur aus, die einesteils den früheren Rändern, anderenteils den Linien entspricht, in denen das Fortschreiten einzelner Randteile vor sich geht, jene ringförmig, diese strahlenförmig von der ersten Anlage ausgehend. Diese war zuerst in der Mittellinie gelegen (*a*), die somit auch die Verbindungslinie mit der Mitte des Einschnittes zwischen den beiden Mantellappen darstellt; ich will sie als Hauptwachstumslinie bezeichnen.



Schema der Entwicklung der Spiralschale aus der ersten phyletischen Anlage. Der Pfeil giebt die Mittellinie und die Bewegungsrichtung des Tieres an. Der kreisrunde Umriss (nur rechts gezeichnet) bei *A* bezeichnet den Rand der ersten Anlage, *B* die Mantel- und Schalenlappen über den Kiemen; *a* ist der ursprüngliche Mittelpunkt der Schale, in *b* ist er etwas nach vorn und links verschoben und buckelartig erhoben, in *c* zum Wirbel der Spiralschale geworden, indem er auf der punktierten Hauptwachstumslinie weiter gerückt ist. Dass die letzte Windung der fertigen Spiralschale eine enge Mündung erhält, ist in diesem Schema nicht angedeutet.

1) Ueber die Ausbildung der Körperform der Gastropoden. In Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. 67, Beiheft.

Ich habe nun weiter die Hypothese aufgestellt, dass sich die Schale der Gastropoden nach oben zu wölben anfing und dass sich ihre erste Anlage nach vorn und links verschoben hat (*b*). Dies wird jedenfalls durch die Zusammenziehung der Eingeweide, insbesondere der Leberanhänge des Mitteldarms und der Keimdrüsen, die ursprünglich langgezogen oder in der Länge des Tieres gleichmäßig verteilt waren, bewirkt worden sein. Die Ausbildung eines linken Buckels bringe ich dagegen damit in Zusammenhang, dass bei Gastropoden nur eine Keimdrüse vorhanden ist, die nach ihrer Ausmündung als ursprünglich linke angesehen werden muss.

Die späte Entwicklung der Keimdrüse im individuellen Leben kann nicht als Grund dagegen angeführt werden, denn es muss natürlich von vornherein Platz für ihre spätere Ausbildung und Vergrößerung angelegt sein, zumal da die feste Schale einer Erweiterung zur Zeit der Geschlechtsreife unüberwindliche Schwierigkeiten darbieten würde; auch liegt ja die Keimdrüse gerade in der Schalenspitze, wodurch meine Annahme mehr als wahrscheinlich gemacht wird. Dagegen sind die beiden Leberhälften bei den ältesten Gastropoden nicht nur erhalten, sondern auch annähernd gleich groß, so dass Plate's Annahme von einer gewaltigen Ausdehnung der linken Hälfte in den thatsächlichen Verhältnissen keine Bestätigung findet.

Man kann im Zweifel sein, in welcher Weise etwa eine linksseitige Buckelbildung das weitere Schalenwachstum beeinflussen würde. Nach der Art, wie die Kalkschale wächst, kann der Buckel nur die ontogenetisch erste Schalenanlage bilden, stets liegt der Schalenwirbel im Mittelpunkte der Skulptur. Die asymmetrische Lage desselben bringt selbstverständlich eine Verschiebung der Hauptwachstumslinie mit sich; diese wird nicht mehr geradlinig verlaufen können, da sie in jedem Wachstumstadium möglichst senkrecht zum Rande gerichtet ist, sondern sie muss sich dem Wirbel folgend nach links hin biegen, ähnlich einer Gerte, deren Spitze seitwärts gezogen wird, und zwar wird sie nicht einen regelmäßigen Kreisbogen, sondern einen Teil einer Spirallinie darstellen, die sich nach vorn, links und oben hin verengt. Ihr Hinterende strebt die ursprüngliche Lage beizubehalten. Aehnlich geformte Gastropodenschalen beweisen die Richtigkeit dieser Annahme.

Tritt in der Folge eine stärkere Auftürmung ein, so wird diese Hauptwachstumslinie gewissermaßen der Wegweiser für die Richtung, in der der Schalenwirbel weiterwachsen wird, es muss sich daher notwendigerweise eine nach links gewendete Spirale herausbilden, wie ich in der Figur dargestellt habe. Eine Einrollung nach rechts ist mit einem linken Schalenbuckel nicht vereinbar, wenngleich eine solche dem Tiere ein Balanzieren der Schale ungleich leichter machen würde.

In Fig. 2 meiner angeführten Abhandlung mag der Schalenwirbel ein wenig zu weit nach vorn dargestellt sein, das ist vielleicht nicht unwichtig, da sich möglicherweise die Schale mehr in der Lage entwickelt hat, wie meine nebenstehende Zeichnung vermuten lässt. Wenn der Mundrand die wagerechte Lage beibehielt, musste das Gewinde stark nach links überkippen und wird hier mit dem Boden in Berührung gekommen sein. Darin sehe ich eine unmittelbare Ursache der Umdrehung, denn beim Kriechen kann die Schale links vom Fuße unmöglich geschleift werden, sie wird ohne weiteres so herumgerissen, dass der Mundrand nach vorn zu liegen kommt und das Gewinde hinten rechts dem Boden aufliegt. Man kann sich das leicht durch einen einfachen Versuch vorstellen, wenn man die Schale einer *Livona pica*, indem man die Fingerspitze in die Oeffnung steckt, so auf einer Unterlage fortzuziehen sucht, dass der Mundrand hinten rechts gelegen ist, sofort dreht sich die Schale um 180°, so dass sie vollkommen dieselbe Lage einnimmt, wie bei der kriechenden Schnecke.

Durch die Auftürmung der Schale sind die Verbindungsmuskeln mit dem Fuße lang ausgezogen worden und daher viel zu schwach, um der Reibung der Schale auf dem Boden erfolgreichen Widerstand leisten zu können. So wird durch die Kriechbewegung auf der einen Seite und die Reibung des Schalengewindes auf der anderen jene Kraft ausgelöst, welche die Umdrehung der Schale mit ihrem ganzen Inhalte zu Wege gebracht hat. Gerade das Gewaltsame, das darin liegt, scheint mir ein Grund mehr für die Wahrscheinlichkeit meiner Ansicht zu sein, denn die Herumdrehung einer Körperhälfte gegen die andere ist doch sicherlich ein so merkwürdiges Verhalten, dass man es nur durch gewaltsame Vorgänge erklärlich finden wird. Phylogenetisch ist das natürlich allmählich geschehen; sobald die Schale erst so weit überkippte, dass sie mit dem Boden in Berührung kam, musste bei jeder Kriechbewegung eine Zerrung entstehen, die schließlich zu einer dauernden Umdrehung der Schale führte.

Es ist mir jetzt auch klar geworden, weshalb der rechte Schalenmuskel der Gastropoden sich verstärken, der linke zurückbilden musste. Jener reicht mit seinem Ansatz an der Spindel bis in die Nähe des Schwerpunktes der Schale und war daher zum Schleppen und Bewegen derselben allein geeignet, außerdem hat er ja die Aufgabe, das Tier in die Schale zurückzuziehen, weshalb er mit seinem Ansatz möglichst weit ins Innere heraufreichen muss, was nur an der Spindelseite geschehen kann. Demnach war meine Vermutung richtig, dass diese Verstärkung erst nach der Umdrehung erfolgt ist.

Vorausgesetzt ist immer, dass die Schale die Beschaffenheit besitzt, wie bei *Pleurotomaria* und einigen Trochiden, dass sie schwer und von rundlichen Umrissen ist. Die bei Trochiden nicht seltene

Kegelform mit gerader oder vertiefter Unterseite ermöglicht es dem Tier, die Schale in etwas bequemerer Lage auf dem Fußrücken zu tragen und so ist es auch bei der flachen *Haliotis*, die im ganzen die nächste Verwandte von *Pleurotomaria* ist. Bei diesen Formen ist aber die Drehung bereits ererbt und wird beibehalten, obwohl die Bedingungen, die sie zu stande gebracht haben, nicht mehr vorliegen. So ist denn auch verständlich, dass unter gewissen Bedingungen die Drehung sich wieder mehr oder weniger zurückbilden kann, besonders wenn die Schale verloren geht, wie es bei zahlreichen Opisthobranchien der Fall ist.

Der linke Schalenwirbel, den ich zum Ausgang für die Spiralschale der Gastropoden nehme, entspricht nach der Lage vollkommen dem Wirbel der linken Schalenhälfte von *Arca*. Es wird daher von Interesse sein, das Wachstum der Doppelschale von Lamellibranchien mit dem der einfachen Gastropodenschale zu vergleichen. Die erste Anlage bildet bekanntlich auch bei den Lamellibranchien die mediane „Schalendrüse", aber sie entspricht insofern nicht vollkommen der von Gastropoden, als sie nicht zu den Wirbeln der Kalkschale wird, die sich vielmehr paarig anlegen und so zwei Wachstumsmittelpunkte bilden, von denen aus nach allen Seiten, also auch nach der Mittellinie hin, neue Schichten abgeschieden werden. Dadurch rücken sie allmählich weiter auseinander, so dass bei *Arca* ihre Entfernung von einander recht beträchtlich werden kann. Auf dem zwischen ihnen gelegenen dorsalen Felde liegt das ursprünglich ganz äußerliche Ligament, das vielleicht unmittelbar aus der embryonalen „Schalendrüse" hervorgeht, jedenfalls an demselben Orte gelegen und wie sie unpaarig ist.

Arca und die Anisomyarier besitzen zumeist noch die primitive gerade Medianlinie (Schlosslinie) des Urmollusks. Die Auftürmung der Schalenwirbel geht zunächst vor sich, ohne diese Linie zu knicken, indem sie von ihr weit entfernt sind; erst dadurch, dass sie sich ihr nähern, wird jene Knickung erzeugt, die bei den meisten Isomyariern eingetreten ist. Mit Entschiedenheit ist zu betonen, dass die Schalenform von *Arca noae* und ähnlichen Arten gegenüber der von *Nucula* die primitivere ist.

Die Wirbel der Lamellibranchien (*Arca*) sind zwar ganz ähnlich wie der einzige der Gastropoden im Bereich der Keimdrüsen gelegen und vermutlich durch sie vorgetrieben, aber sie sind sicherlich für sich aus der flachen Schale hervorgegangen, erst nachdem diese sich in der Mitte geteilt hat, denn eine einheitliche Schale mit 2 Wirbeln ist undenkbar; somit sind diese oder nur der linke von ihnen dem Wirbel der Gastropodenschale nur analog, nicht homolog. [51]

Berlin, im März 1901.

Die Lebensweise des Zwischenwirtes der Malaria.

Nach den Beobachtungen von Grassi.

Von cand. med. **Max Wolff** in Jena.

Grassi hat im Juni 1900 eine neue umfangreiche Arbeit[1]) über die Malaria publiziert, in der er zunächst einen Ueberblick über die Geschichte der Malariaforschung giebt und dann die Resultate seiner früheren Arbeiten kurz zusammenfasst und durch neue Untersuchungen erweitert. Die Mitteilungen des italienischen Zoologen über die Lebensgewohnheiten der Stechmücken, welche die Ueberträger der Malaria des Menschen sind, scheinen mir von hervorragendem Interesse zu sein, und ich will über diesen Abschnitt des Werkes hier in aller Kürze referieren.

Grassi hat nachgewiesen, dass nur die Mücken der Gattung *Anopheles* als Zwischenträger der Malaria in Betracht kommen. Er scheidet die Familie der Culiciden in die zwei Unterfamilien der *Anophelinae* und *Culicinae* und charakterisiert dieselben in folgender Weise:

I. Unterfamilie *Anophelinae* (Grassi und Noè). Fühler des Weibchens ungefähr so lang wie der Rüssel. Zahl der Fühlerglieder bei Weibchen und Männchen gleich. Nur eine Samentasche (Spermateca). Beine sehr dünn und fast doppelt so lang als der Körper. Abdomen ohne Schüppchen. Larven in ihrer ganzen Länge dem Wasserspiegel anliegend, da die Stigmen (in Ermangelung einer Atemröhre) an der dorsalen Körperoberfläche liegen; die Tiere atmen daher, indem sie sich ihrer ganzen Länge nach der Oberfläche des Wassers anschmiegen. Die Eier werden auf dem Wasser horizontal schwimmend, mit einem besonderen hydrostatischen Apparate versehen, abgelegt. Gen. *Anopheles*.

II. Unterfamilie *Culicinae* (Grassi und Noè). Fühler des Weibchens viel kürzer als der Rüssel. Zahl der Fühlerglieder beim Weibchen kleiner als beim Männchen. Drei Samentaschen. Beine kräftig und relativ kurz (ungefähr so lang wie der Körper). Abdomen ohne Schüppchen. Die Larven sind mit einer Atemröhre, an deren Ende sich die Stigmen befinden, versehen; daher können sie bei mehr oder weniger geneigter, häufig nahezu vertikaler Lage des ganz unter die Wasseroberfläche getauchten Körpers atmen. Die Eier werden auf dem Wasser vertikal schwimmend, in Form eines Schiffchens aneinandergefügt, abgelegt. Gen. *Culex*.

Abgesehen von den erwähnten Merkmalen kann man die Anophelinen von den Culicinen leicht unterscheiden an der verschiedenen Art und Weise, wie die Tiere an Wänden etc. zu sitzen pflegen. Beide

1) Battista Grassi, Studi di uno zoologo sulla Malaria. Roma, Atti dei Lincei. Mem. Cl. sc. fis. d. Ser. 5ª Vol. III 1900.

pflegen entweder auf alle 3 oder nur auf 2 Beinpaare gestützt zu sitzen, und zwar stützen sie sich in letzterem Falle auf die beiden ersten Beinpaare und strecken das dritte Paar in die Höhe. Nun strecken die Anophelinen dieses dritte Paar gerade aus, so dass der Tarsus in der Richtung der Tibia liegt; die Culicinen dagegen krümmen den Tarsus des 3. Beinpaares dorsalwärts, dergestalt, dass seine letzten Glieder über die Dorsalseite des Körpers hinausragen. Ausserdem kommt noch ein typischer Unterschied in beiden Sitzweisen (sowohl auf 3 wie auf 2 Beinpaaren) dadurch zum Ausdruck, dass die geringere Länge der Beine bei den Culicinen eine beträchtlich größere Annäherung des Körpers an die Unterlage zur Folge hat, als dies bei den bedeutend längeren Beinen der Anophelinen der Fall ist. — Endlich muss noch als ein sehr augenfälliges Merkmal erwähnt werden, dass bei den Anophelinen der Winkel, unter dem sich die

Fig. 1, *Anopheles.*

Fig. 2, *Culex.*

Längsachsen des Kopfes und des Thorax mit derjenigen des Abdomen schneiden, ein nahezu gestreckter ist, während er bei Culex 90° nur wenig überschreitet. Infolgedessen ist das Abdomen in der Ruhelage bei Anopheles ein wenig nach oben gerichtet, bei Culex abwärts geneigt. Fig. 1 und 2 zeigen diesen Unterschied deutlich.

Aus den Untersuchungen von Grassi und andern geht hervor, dass alle in Italien vorkommenden Anophelinen-Arten die verschiedenen beim Menschen vorkommenden Malariaparasiten übertragen.

Die einzelnen Anophelinenarten differieren nicht unwesentlich in ihren Lebensgewohnheiten. Wir betrachten zunächst die Lebensweise von *Anopheles claviger*. Die Larven entwickeln sich überall in sumpfigem Wasser (wofern es nicht völlig gegen die Sonnenstrahlen abgeschlossen ist), ausnahmsweise auch in nicht sumpfigem Wasser. Wenn die Tiere ausgeschlüpft sind, suchen sie Schutz vor Sonne und Wind unter Blättern, Aesten, besonders aber in Häusern (in Wohnungen und Ställen).

Die Weibchen beginnen am 2. oder 3. Tage Blut zu saugen, bei kühlem Wetter etwas später. Die Weibchen bedürfen des Blutes zu ihrer Ernährung. Bisweilen kann man zwar beobachten, dass sie sich auch von Pflanzensäften nähren, Grassi hielt sie einen Monat mit Zuckerwasser am Leben, doch schließlich gingen sie dabei zu Grunde. Sie stechen ausschließlich Warmblüter und zwar bevorzugen sie das Blut der Säugetiere, doch bisweilen stechen sie auch Vögel (Hühner, Spatzen etc.). Die größeren Säugetiere pflegen sie zuerst anzugreifen, und zwar, weil sie diese, wie Grassi vermutet, zuerst wahrnehmen und sie ihre Beute nur durch den Gesichtssinn erkennen können. Um auf Beute auszugehen, verlassen sie ihre Schlupfwinkel und dringen oft in großen Scharen durch die dem Wasser zugekehrten Thüren und Fenster in die Häuser und Ställe ein; besonders wird die Stunde der Tramontana zur Nahrungsaufnahme bevorzugt. Nachdem die Tiere sich gesättigt, ziehen sie sich wieder in ihre Schlupfwinkel zurück; jedoch saugen sie sich oft so voll, dass sie kaum zurückfliegen können und dann oft stundenlang an der äußeren Wand der Häuser sitzen bleiben. Sie verdauen langsam; bei 15° C. reicht eine Mahlzeit für 10 und mehr Tage aus, im Sommer genügen dagegen schon etwa 40—50 Stunden, dass der Hunger die Tiere von neuem zum Aufbruch aus ihren Schlupfwinkeln treibt.

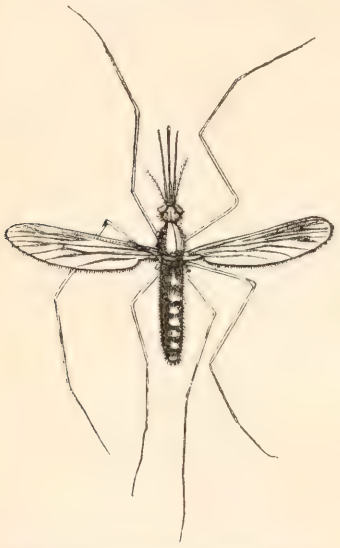


Fig. 3, *Anopheles claviger Fabr.* Weibchen.

Die Männchen gleichen den Weibchen in der Lebensweise, nur dass sie nicht stechen. — Der Begattungsakt ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Die Eier werden ins Wasser abgelegt und entwickeln sich bei 20—25° C. in etwa 30 Tagen zu vollkommenen Insekten, die nach 20 Tagen wiederum Eier ablegen können; bei höherer Temperatur geht die Entwicklung noch schneller vor sich.

Bei der Eiablage erleiden viele Weibchen den Tod, was jedoch nicht die allgemeine Regel ist, ein Weibchen kann zwei- und mehrmal trächtig werden; nur diejenigen Anophelinenweibchen, die bereits überwintert haben, sterben gewöhnlich nach der Eiablage.

Während die Männchen sehr rasch sterben und daher nie im Winter gefunden werden, suchen die Weibchen im Herbste warme, geschützte Orte auf und hören auf zu fressen. Sie sind alle befruchtet, meist sind sie mit noch unentwickelten Eiern gefüllt. Erst bei Beginn des Frühlings fangen sie dann wieder an zu fressen und legen die

Eier, sobald sie reif sind, ab. Diese Winterruhe ist in der Campagna weniger lang und fest; fast ausnahmslos werden dabei rauchige Räume vermieden, was bei der Vorliebe von *A. claviger* für den Aufenthalt in Häusern von praktischem Interesse ist.

Anopheles pseudopictus, Grassi, stimmt im allgemeinen in seiner Lebensweise mit *A. claviger* überein, hält sich jedoch fern von menschlichen Wohnstätten, die er nie zu seinem Verstecke wählt. Er tritt (wie übrigens auch *A. superpictus*, Grassi) da auf, wo sich die Larven finden, meist im Röhricht; beide Arten sind schwer zu finden, man kann sie nur während des Stiches fangen. *Anopheles pseudopictus* sticht hauptsächlich während der Tramontana, ebenso *A. superpictus*; nach den Beobachtungen eines Eisenbahnbeamten in Castelnuovo-Vallo stach dagegen *A. superpictus* merkwürdiger Weise nur nachts zwischen 10 und 11 Uhr. — Im allgemeinen nimmt die Stechlust der Anophelinen zu mit der Wärme und dem Wassergehalt der Luft.

Anopheles bifurcatus L. entwickelt sich in Brunnen, Quellen und kleinen Gewässern. Das Insekt bewohnt Gebüsche und Hecken. Wird man dort von einer Anopheline gestochen, so handelt es sich stets um diese Art. *A. bifurcatus* ist kleiner als *A. claviger* und darum schwerer wahrzunehmen. Er sticht am häufigsten bei Sonnenaufgang und zur Zeit der Tramontana, doch dringt er auch zuweilen nachts in hell erleuchtete Räume ein (z. B. Eisenbahnstationen) um zu stechen; während der hellen Tageszeit liegt er dagegen in der Regel in seinen Schlupfwinkeln der Verdauung ob.

Die Larven der Anophelinen finden sich nie in größeren Haufen. Dieser markante Gegensatz zum Auftreten der Culicinen-Larven erklärt sich dadurch, dass die Culicinen ihre Eier zu einem schiffchenförmigen Floss verbunden ablegen, in welchem die Eier vertikal nebeneinander stehen, während die Anophelinen ihre Eier einzeln horizontal schwimmend auf dem Wasser ablegen, auf dessen Oberfläche sie sich bald zerstreuen. Letzteres dürfte wohl den Anophelinen-Larven einen relativen Schutz vor ihren Feinden gewähren und daraus lässt sich erklären, dass sie auch in fischreichem Wasser vorkommen können.

Aber die verschiedenen Anophelinen-Arten legen ihre Eier in verschiedener Weise ab; die Eier sind ca. 0,75 mm lang, anfänglich weiß, später bleifarben, schiffchenförmig, beiderseits mit einem Saum versehen und ragen etwas aus dem Wasser hervor. Sie werden von *Anopheles claviger* in Reihen abgelegt, in welchen die Eier parallel liegen, d. h. mit den Längsseiten sich berühren, von *Anopheles bifurcatus* in Form eines Sternes oder an den Enden sich berührend, von *Anopheles superpictus* (von Grassi nur ein einziges Mal gefunden) völlig von einander isoliert. Die Eier von *Anopheles pseudopictus* sind noch nicht bekannt.

Eine Anopheline pflegt gegen 100 Eier abzulegen. Diese sind durch eine Schleimmasse aneinander geklebt, die sie wenigstens bei ruhigem Wetter in der ursprünglichen Lage fixiert; bei genügender Windstärke oder bei lebhafter Bewegung des Wassers lösen sie sich jedoch in kleinen Gruppen ab und zerstreuen sich.

Am 2. oder 3. Tage kriechen die jungen, dunkel gefärbten Larven aus. Das Aussehen der im Maximum 8 mm langen Larven ist aus Fig. 4 ersichtlich. Der Kopf ist fast kegelförmig und ein wenig ab-

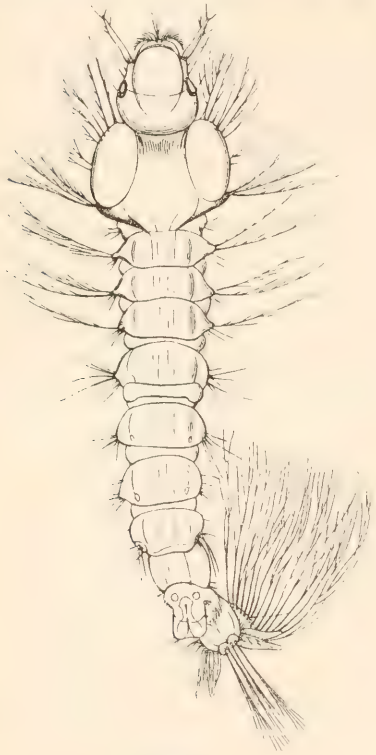


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 4 und 5 Larve und Puppe von *Anopheles claviger Fabr.* (nach Grassi).

gestumpft, an ihm befinden sich die borstenbesetzten Antennen, die Mundwerkzeuge und die wohlentwickelten Facettenaugen. Die vordere Hälfte des Körpers und sein Hinterende sind mit langen, schon mit unbewaffnetem Auge sichtbaren, mehr oder weniger verzweigten Borsten besetzt, welche die Stabilität der Larven im Wasser erhöhen.

Von den 9 Abdominalsegmenten sind die beiden letzten von besonderem Interesse. Der vorletzte Ring verlängert sich distal über die dorsale Seite des äußerst beweglichen letzten Ringes in Form einer viereckigen Platte. Dicht an der Basis dieses Schildes (scudo) befinden sich 2 Stigmen (Fig. 4). Lateralwärts von ihnen befinden sich zwei weitere Anhangsgebilde, eine mit mehreren, wahrscheinlich sensibeln

Haaren besetzte Papille und ein kräftiger Borstenkamm, der höchst wahrscheinlich der Larve zum Festhalten dient. Der im letzten Segmente gelegene After ist von 4 langen Analpapillen umgeben. Grassi sieht auch in ihnen Haftorgane und hält die ihnen von Raschke gegebene Bezeichnung Tracheenkiemen für unzutreffend. Außerdem trägt der letzte Ring vier schmale Borstenbüschel, welche an der Dorsalseite in zwei Paaren stehen, und ein großes ventrales Büschel langer Haare, welche in dorsoventraler Ebene sich fächerförmig ausbreiten (Fig. 4). Die Büschel dienen der Larve zum Festsitzen an schwimmenden Pflanzenteilen, das fächerförmige ventrale Büschel auch zur Verstärkung und Steuerung der Schwimmbewegungen, (bei *Culex* ist es viel stärker entwickelt). — Die Farbe der *Anopheles*-Larve ist gewöhnlich grün, aber sie variiert oft und wird hellgrün, spangrün, kaffeebraun, kupferrot, auf dem Rücken (mit Ausnahme von *Anopheles bifurcatus*) silberweiß gezeichnet, selten (besonders in etwas salzigem Wasser) ganz oder teilweise farblos.

Die Larven von *Anopheles claviger*, *A. pseudopictus* und *A. superpictus* findet man im Frühling an den Rändern von tiefen, im Sommer auch in flachen Gewässern. Die Larven von *A. bifurcatus* lieben Quellwasser mit reichlichem Kressenwuchs, sie treten im Frühling in flachen Gewässern auf.

Gewöhnlich trifft man die Larven an der Oberfläche des Wassers in horizontaler Lage, so dass die Dorsalseite, an welcher die Stigmen liegen, den Wasserspiegel berührt. Will die Larve in die Tiefe, so lässt sie sich herabsinken, will sie nach oben, so schwimmt sie durch schlagende Flankenbewegungen. Wenn sie aufsteigt oder im Wasser ruht, ist das hintere Körperende nach oben gerichtet; wenn sie sich am Grunde festsetzt, steht sie aufrecht.

Nach etwa 20—22 Tagen (im Sommer, der Zeitraum wechselt je nach der Temperatur) verwandelt sich die Larve in die zunächst etwas kleinere Puppe. Die Puppe (Fig. 5), deren Gestalt man mit einem Komma vergleichen kann [1]), zeigt einen vorderen, dicken Teil, welcher dem Kopf und dem Thorax entspricht und einen hinteren, dünnen, langen, schwanzartigen Teil, der das Abdomen darstellt. Am vorderen Teile des Thorax ragen dorsal zwei trompetenartige Gebilde hervor, die sich mit Luft füllen und als hydrostatisches Organ funktionieren. Weiterhin an der Grenze von Thorax und Abdomen findet sich eine reich verzweigte Borste, welche wahrscheinlich zur Erhöhung der Stabilität dient (Fig. 5). Was die Bewegung betrifft, vermag die Puppe durch wiederholte Ruderschläge des Schwanzes vorwärts zu schwimmen (nicht wie die Larve rückwärts), und zwar in einer ganz eigentümlichen Weise. Mit einigen Schwanzschlägen wird der dicke, vordere Körperteil nach unten ge-

1) Die auffallende Dicke des Thoraxteiles ist dadurch bedingt, dass die Flügel des Insekts in der Puppe schon angelegt sind.

wendet, so dass die Puppe auf dem Kopf stehen würde, wenn sie nicht durch eine schnelle Bewegung den Schwanz wieder in die erste Lage (Schwanz unter dem vorderen Körperende) zurückbrächte. Diese in fortwährendem Sichüberschlagen bestehende Bewegung kann natürlich kaum eine horizontale sein. Gewöhnlich findet sich die Puppe wie die Larve an der Oberfläche des Wassers und flüchtet, wenn sie beunruhigt wird, in die Tiefe. Die „Trompeten" sowie die Luftsäcke nehmen dabei Luft mit, weshalb sich die Puppe nicht ohne weiteres am Grunde festsetzen kann, sondern sich an Pflanzen oder irgend einem anderen Gegenstande festhalten muss. Dazu dienen die beiden Schwanzblätter und vor allem zwei daselbst befindliche Filamente. Will die Puppe zur Oberfläche zurückkehren, so braucht sie sich bloß von ihrer Unterlage loszulösen; dabei beschleunigt sie den Auftrieb dann und wann durch einige Schwanzschläge.

Nach 3 Tagen setzt sich die Puppe an der Oberfläche des Wassers fest und bald darauf schlüpft das geflügelte Insekt aus. Das Tier, besonders sein Abdomen, ist in diesem Stadium durchsichtig, allmählich aber wird es dunkel und seine Färbung wird erkennbar. In wenigen Minuten entfaltet es dann seine Flügel.

Ueber die Ausbreitung der Anopheline n im allgemeinen berichtet Grassi folgendes: Die Anopheline n verbreiten sich in der Umgegend des Gewässers, in dem sie sich entwickelt haben, gelegentlich der Nahrungssuche, und zwar kann der Verbreitungsbezirk von dem centralen Ursprungsbecken aus ziemlich weit sich erstrecken; insbesondere können sich die Tiere in der verbrannten Ebene, wo Gebüsche und Wohnstätten fehlen, die Nahrung also eine spärliche ist, während der heißen Sommermonate und bei mit Feuchtigkeit gesättigter Atmosphäre in Mittel- und Süd-Italien mehrere Kilometer von ihrem Ursprungsorte entfernen. So erklärt sich einerseits das Auftreten der Malaria in nicht sumpfigen Gegenden und andererseits das merkwürdige Fehlen der Malaria an Orten, die verseuchten Gegenden relativ nahe liegen, da das erwähnte Maximum der Verbreitung nur unter den genannten besonderen Bedingungen erreicht wird und die Anophelinen sich im allgemeinen nicht weit von ihrem Entstehungsorte entfernen. So breiten sie sich in der Lombardei in vertikaler Richtung nur wenige Meter[1]), in horizontaler etwa einen Kilometer weit aus, in Mittel- und Süd-Italien wahrscheinlich auch in vertikaler Richtung weiter. Der Hunger kann sie zu ausgedehnten Auswanderungen veranlassen. Auch starker, anhaltend in bestimmter Richtung blasender Wind kann sie in der betreffenden Richtung weiter transportieren und verbreiten.

1) Dies ist von großer praktischer Bedeutung. Daraus erklärt sich, warum in manchen Malariagegenden die Eingeborenen ihre Wohnungen möglichst hoch über der Erde (auf Pfählen) erbauen. Die Lage vieler italienischer Ortschaften auf unwirtlichen Höhen (anstatt im fruchtbaren Thale) ist vielleicht hierdurch bedingt.

Das am Anfang erwähnte Werk von Grassi enthält auch eine ausführliche Beschreibung des Lebenscyclus der Malariaparasiten. Ich muss mir versagen, hier auf diesen wichtigen Abschnitt des Buches einzugehen. Ich will nur mit wenigen Worten darlegen, wie die Entwicklung und Uebertragung eines solchen Krankheitserregers stattfindet[1]). Ich wähle als Beispiel die *Laverania Malariae*, den Erreger des bösartigen dreitägigen Sumpffiebers (Perniciosa, Febbri estivo-autunnali). Die Plasmodien leben in den roten Blutkörperchen des malariakranken Menschen. Sie vermehren sich durch Zellteilung, indem jedes *Plasmodium* in eine Anzahl (7—14) junger Individuen zerfällt[2]). Nachdem diese durch die Auflösung des Blutkörperchens frei geworden sind, wandern sie in gesunde Blutkörperchen ein und wachsen dort wieder zur Größe der Mutterzelle heran. Die Entwicklungszeit, also die Dauer des Wachstums bis zu der Teilung beträgt zwei Tage; der Fieberanfall, welcher zur Zeit der Auflösung der roten Blutkörperchen stattfindet, wiederholt sich also jeweils am dritten Tage. Die genannte Art der Vermehrung findet nun so lange statt, als der Parasit seine Lebensbedingungen im Blute des Wirtes erfüllt findet; ist dies nicht mehr der Fall, so wird von dem Parasiten die geschlechtliche Fortpflanzung vorbereitet, indem die Tochterzellen aufhören, sich in der angegebenen Weise zu entwickeln. Es entstehen nun Geschlechtszellen, welche eine längliche Form haben (Laveran'sche Halbmonde). Wie die folgenden Vorgänge zeigen, sind sie zum Teil männliche, zum Teil weibliche Zellen[3]).

Die weitere Entwicklung der Geschlechtszellen findet dann erst statt, wenn sie mit dem Blute des malariakranken Menschen in den Darmkanal einer Anopheline gelangen. Den auslösenden Reiz bildet wahrscheinlich die andersartige Konzentration der umgebenden Gewebssäfte, also hier des Darminhaltes. Bei den männlichen Zellen tritt das Chromatin an die Peripherie und sondert sich in 4—6 Gruppen, welche in geißelförmige Protoplasmaanhänge eintreten; in dem großen

1) Im übrigen verweise ich auf das genannte Werk von Grassi und auf den vor kurzem von Lühe gegebenen schönen Bericht über den derzeitigen Stand der Malariaforschung (Lühe, Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung, Centralblatt für Bakteriologie etc., 27. u. 28. Bd., 1900).

2) Schaudinn hat diese Fortpflanzungsart Schizogonie, die Plasmodien Schizonten und die entstehenden Individuen Merozoiten genannt; Grassi, welcher sich der von Häckel in seiner „Systematischen Phylogenie" vorgeschlagenen Nomenklatur anschließt, bedient sich der entsprechenden Bezeichnungen Monogonie, Monont und monogonischer Sporozoit (vgl. die Nomenklaturtabellen in den beiden angegebenen Arbeiten). Lühe schließt sich der Schaudinn'schen Nomenklatur an.

3) *Makrospora* u. *Antheridium*, Häckel-Grassi; *Makrogamet* u. *Mikrogametocyt*, Schaudinn-Lühe.

Restkörper bleiben einige Chromatinbrocken zurück. Die so durch Abschnürung entstandenen fadenförmigen Samenzellen[1]) bewegen sich auf die weiblichen Zellen zu; bei wachsender Annäherung ersterer wird die Plasmaströmung in letzteren auffallend lebhafter. Schließlich dringen die Samenzellen in die weiblichen Zellen ein und die Befruchtung wird durch Chromatinverschmelzung vollzogen.

Die befruchteten weiblichen Zellen[2]), die von länglicher, würmchenförmiger Gestalt und schwach beweglich sind[3]), fangen nun an, in die Darmwand einzuwandern; sie werden hierzu durch die bei fortschreitender Verdauung wachsende Konzentration der Darmsäfte veranlasst. Die Wand des Anophelinendarmes besteht aus einem einschichtigen Epithel und einer strukturlosen, elastischen Membrana propria, der vereinzelte Muskelzellen aufliegen. Zwischen Epithel und Membran setzen sich die einwandernden, befruchteten Eizellen fest und die Membran dient ihnen hierbei als Kapsel. Hier nehmen sie nun eine ovale bis rundliche Gestalt an und wachsen ziemlich schnell zu bedeutender Größe (von $5 \times 6\,\mu$ bis $90\,\mu$) heran.

Während dieses Wachstumsprozesses zerfällt das Chromatin successive in viele Teile, um die herum sich das Protoplasma zu Zellkörpern sondert. Diese Zellen teilen sich dann ihrerseits wieder in ähnlicher Weise[4]), bis eine sehr große Zahl membranloser Teilzellen entstanden ist. Letztere gruppieren sich schließlich alle an der Peripherie der Bildungszelle; sie umgeben einen großen Restkörper, der aus dem nicht zur Bildung der Teilzellen verwendeten Protoplasma der Bildungszelle besteht und auch noch einige Chromatinbrocken enthält.

Sobald die spindelförmigen Teilzellen durch Abscheidung einer Membran selbständig geworden sind[5]), wird durch Quellung des Restkörpers die membranöse Darmwandkapsel gesprengt; die freien Teilzellen werden mit dem Blutstrom fortgespült.

Nach einiger Zeit sammeln sich sämtliche Teilzellen in den Speicheldrüsen der Anopheline. Sie wandern alsbald in die Drüsenzellen ein und finden sich besonders zahlreich im sekrethaltigen Teil derselben. Von hier treten sie in großen Mengen in das Lumen der Tubuli aus und gelangen beim Stich mit dem Sekret der Speicheldrüsen in das Blut des gestochenen Warmblüters. Hier entwickeln sie sich in noch nicht genau bekannter Weise zu den Malariaparasiten, die in den roten Blutkörperchen schmarotzen.

Auf die äußerst bedeutsamen und interessanten Ausführungen

1) Mikrogameten, Häckel-Grassi und Schaudinn-Lühe.

2) Amphionten nach Häckel-Grassi.

3) *Vermiculum*, Grassi; *Ookinet*, Schaudinn-Lühe.

4) Sporoblasten, Schaudinn-Lühe.

5) Amphigonische Sporozoiten, Häckel-Grassi; Sporozoiten, Schaudinn-Lühe.

Grassi's, betreffend die Lehre von der Cytometagenesis, die von ihm in Uebereinstimmung mit den von Häckel in der „Systematischen Phylogenie" niedergelegten Anschauungen aufgestellt wordenist, möchte ich hier wenigstens noch aufmerksam gemacht haben. [42]

Jena, Zoolog. Institut der Universität, den 28. Jan. 1901.

I. Rosenthal, Lehrbuch der allgemeinen Physiologie.

Eine Einführung in das Studium der Naturwissenschaften und der Medizin.

Gr. 8. XI und 616 Seiten. Preis brosch. Mk. 14.50, geb. Mk. 16.50. Leipzig. Verlag von Arthur Georgi, 1901.

Bei der heutzutage stets zunehmenden Spezialisierung der Studien wird immer mehr das Bedürfnis nach zusammenfassenden Uebersichten empfunden, welche dem Anfänger sowohl als dem weiter vorgeschrittenen Forscher in einem bestimmten Wissenszweige die Beziehungen desselben zu verwandten Fächern, ja zur Gesamtheit der Wissenschaften klar zu legen geeignet sind.

Einem solchen Bedürfnis entspricht das hier zu besprechende Buch. Die Aufgabe, die Erscheinungen des Lebens zu erforschen, welche den Gegenstand der Physiologie bilden, macht vor allem eine Einsicht in die Beziehungen des forschenden Ich zu den Objekten der Forschung notwendig. Es ist also zuerst nötig, zu wissen, wie sich uns die Naturobjekte kund geben, durch welche logische Vorgänge wir zu einer tieferen Erkenntnis derselben und der die Naturerscheinungen regierenden Gesetze gelangen, welcher Methoden die Wissenschaft überhaupt, die Naturwissenschaft, die Physiologie im besonderen sich bedienen, welchen Grad der Sicherheit ihre Ergebnisse zu erreichen im stande sind.

Der Verf. spricht sich hierüber am Schluss des zweiten Kapitels, welches von den logischen Grundlagen der Naturwissenschaften handelt, nachdem er die Begriffe Erfahrung, Thatsachen der Wahrnehmung, Gesetze, Hypothesen und Theorien entwickelt hat, in folgender Weise aus:

„In den einzelnen Zweigen der Naturwissenschaften ist das Vor-
„dringen bis zu den Gesetzen in sehr verschiedenem Maße gelungen.
„Wo die Bedingungen so verwickelt sind, dass sie eine genaue Er-
„kenntnis der Erscheinungen erschweren, werden daher Hypothesen
„einen breiteren Raum einnehmen. Auch hier wird durch emsiges
„Forschen ihr Gebiet nach und nach eingeschränkt. Der eigentliche
„Inhalt der Wissenschaft sind nicht die Hypothesen, sondern die That-
„sachen, welche durch zuverlässige Beobachtung als sicher festgestellt
„sind. Was irrtümlich eine Zeit lang als Thatsache gilt, wird durch
„wiederholte Prüfung ausgemerzt. Lücken des Wissens giebt es überall,
„und mancher jetzt anerkannte Satz mag in Zukunft als unbrauchbar
„erkannt werden. Solange aber das Bewusstsein dieser Unvollkommen-
„heit des Wissens lebendig bleibt, ist solche Kenntnis mehr wert, als
„wenn die Lücken durch willkürliche Annahmen ausgefüllt und diese
„fälschlich für Thatsachen gehalten werden."

In einer Reihe von Kapiteln wird nun der Inhalt der verschiedenen Zweige der Naturwissenschaft durchmustert: zunächst die Eigenschaften

der Materie und die Erscheinungen der Energie. Physik und Chemie liefern die Grundlage für die Erforschung des Lebens. Der Stoffwechsel in den lebenden Organismen, die Erzeugung von Wärme und Licht, die Bewegungen der Pflanzen und Tiere müssen als physikalisch-chemische Vorgänge aufgefasst werden, denn sie beruhen auf Umwandlung des Stoffes und der Energie, trotzdem die große Kompliziertheit der Lebenserscheinungen der richtigen Erkenntnis der Thatsachen und ihres gesetzlichen Zusammenhanges sehr große Schwierigkeiten bereiten. Dagegen lassen die Erscheinungen der Reizbarkeit und der damit sich verbindenden Sinnesempfindungen vorderhand noch keine vollkommen genügende physikalisch-chemische Erklärung zu. Insbesondere weist Verf. darauf hin, dass der physikalische Begriff der „Auslösung", unter welchen man die Reizerscheinungen zusammenzufassen pflegt, nicht für alle diese Erscheinungen passt, dass deshalb zweierlei wahrscheinlich von einander verschiedene Gruppen von Erscheinungen vorläufig noch unter dem Namen der Reizung und Reizbarkeit abgehandelt werden müssen. Noch weniger fügen sich bis jetzt der einfachen, rein mechanischen, hauptsächlich Molekularbewegungen berücksichtigenden Auffassung die psychischen Vorgänge, welche, insofern sie sich auf Zustände des Bewusstseins beziehen, nur durch die Selbstbeobachtung, in geringerem Grade durch die Mitteilungen anderer Menschen erkannt werden können, während die Annahme, dass die gleichen Vorgänge auch bei anderen Lebewesen stattfinden, nur mit großer Vorsicht gemacht werden kann.

Von diesem allgemeinen Standpunkt ausgehend, kommt Verf. zu den eigentlichen Aufgaben des Buches, der Behandlung der Lebenserscheinungen, welcher eine möglichst breite zoologisch-botanische Grundlage gegeben wird. Die stufenweise Differenzierung der Organismen auf Grund der funktionellen Arbeitsteilung, die Darstellung des Kreislaufes des Stoffes und der Energie in der Tier- und Pflanzenwelt sind als prägnante und vortrefflich gelungene Gesamtbilder zu bezeichnen. In den zwei letzten Kapiteln wird die Vermehrung der Organismen und die Frage von dem Ursprung des Lebens behandelt. Obgleich sich Verf. zur Aufgabe gemacht hat, hauptsächlich die sichersten Thatsachen und Gesetze der Biologie darzustellen, hätte doch Ref. gewünscht, dass die großen Fragen der Vererbung, sowie der mit ihnen verbundene Gegensatz des modernen Evolutionismus und der Epigenese eine ausführlichere Behandlung erhalten hätten. Auch hätte vielleicht die neuere sog. Entwickelungsmechanik eine, wenn auch knappe Erwähnung verdient.

Ein solcher Wunsch wird hier als ein durchaus persönlicher des Ref. ausgesprochen, durch welchen der Wert des klar und übersichtlich verfassten und graphisch reich ausgestatteten Buches durchaus nicht vermindert wird. Die Verbreitung desselben in naturwissenschaftlichen und medizinischen Kreisen ist sehr zu wünschen und wird sicher vielfach zu einer richtigeren Auffassung der Aufgabe einzelner Fächer der Naturwissenschaft, sowie ihrer Beziehungen zu einander beitragen. [48]

C. Emery, Bologna.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Mai 1901.** **Nr. 10.**

Inhalt: **Moll**, Die Mutationstheorie (Schluss). — **Korotneff**, Faunistische Studien am Baicalsee. — **Friedlaender**, Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines „Atlantischen Palolo" und deren Bedeutung für die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf biologische Vorgänge. Zugleich eine Beleuchtung der darwinistischen Betrachtungsweise. — **Sondheim**, Wahrnehmungsvermögen einer Libellenlarve. — **Knauthe**, Die Karpfenzucht. — **Berichtigung.**

Die Mutationstheorie

von

Dr. **J. W. Moll.**

(Schluss.)

Nun wird es aber deutlich sein, dass die Fixierung der Artmerkmale wilder Gewächse etwas ganz anderes ist. Diese Merkmale gehen nicht verloren, wenn man die Pflanzen der Wirkung der natürlichen Zuchtwahl, dem Kampf ums Dasein, entzieht, wenn man sie in Gärten züchtet, wenn man sie gut oder schlecht nährt, oder sonstwie in der verschiedensten Weise behandelt. Im Gegenteil, die Artmerkmale sind fast unverwüstbar, gehen erst mit der Pflanze selbst zu Grunde, können nicht wie ein abgetragenes Kleid abgelegt werden. Wir sind also zu dem Schlusse gezwungen, dass auch in dieser Richtung die theoretische Verwendbarkeit der fluktuierenden Variationen im darwinistischen Sinne eine durchaus ungenügende ist.

Selbstverständlich liegen die Verhältnisse bei den Kulturrassen in der Landwirtschaft nicht immer so klar, wie dies bei dem hier in den Vordergrund gestellten Beispiel der Zuckerrüben der Fall ist. Denn die Züchter arbeiten nicht um wissenschaftliche Resultate zu erlangen, sondern um bessere Ernten zu erzeugen, und kein Mittel, welches diesen Zweck fördern kann, wird von ihnen verschmäht. So kommt es nur selten vor, dass fast nur Selektion kontinuierlicher Variationen stattgefunden hat; meistens hat man zugleich, und oft mit bestem Erfolge, versucht Bastardierung und Sprungvariationen mit zu benutzen. Dazu kommt, dass nur in den seltensten Fällen die Züchter Zeit und

Lust haben, Notizen zu machen über die Schicksale ihrer Zöglinge. Und so ist es erklärlich dass es in vielen Fällen ganz unmöglich ist, von gewissen Kulturrassen zu wissen, wie sie eigentlich zu stande gekommen sind, zumal wenn sie schon seit langen Zeiten bestanden haben.

Dennoch giebt es verschiedene Fälle, die fast ebenso klar vorliegen, wie wir es bei den Zuckerrüben gesehen haben. Es würde mich zu weit führen, sie hier ausführlich zu behandeln. Es sei mir nur gestattet, ein paar solcher Fälle in aller Kürze zu erwähnen, besonders um daran die Bemerkung zu knüpfen, dass sie die bei der Betrachtung der Zuckerrüben gewonnenen Resultate in allen Teilen bestätigen. Zumal Rimpau in Deutschland, und Hallet in England haben, wenn auch auf etwas verschiedene Weise arbeitend, mit Hilfe der fluktuierenden Variation hoch veredelte Rassen von Weizen, Roggen, Gerste und Hafer geschaffen. Aber auch diese Rassen sind von einer fortwährenden Zuchtwahl durchaus abhängig, und unterscheiden sich auch in der Größe der Abweichungen von ihren Stammeltern nicht wesentlich von den bei den Zuckerrüben gefundenen Verhältnissen.

Ungefähr ebenso steht es mit Aepfeln und Birnen. Die verschiedenen Sorten dieser Früchte sind gewiss nicht durch fluktuierende Variation entstanden, aber wohl sind sie alle durch Auswahl solcher Variationen essbar gemacht worden. Weil diese Pflanzen auf ungeschlechtlichem Wege vermehrt werden, wird die Regression, wenigstens zum großen Teil, umgangen. Daher werden solche Fälle oft angeführt als Beweise für die dauernden Resultate der Rassenveredelung. Das ist aber unzutreffend, wie sich zeigt, wenn man diese Obstbäume durch Samen zu vermehren sich bemüht. Es ist bekannt, dass sie in solchen Fällen, bei fehlender Selektion, bald zu dem wilden, ungenießbaren Typus zurückschlagen.

Finden also bei den Kulturrassen in allen Fällen, wo die Verhältnisse gut beurteilt werden können, die oben aus dem Beispiele der Zuckerrüben gewonnenen Schlüsse ihre volle Bestätigung, so geht dasselbe aus einigen wissenschaftlichen Versuchen hervor, deren ich hier einzelne noch flüchtig behandeln will.

So hat Lévèque de Vilmorin die gewöhnliche wild wachsende Mohrrübe in drei bis fünf Generationen ebenso fleischig und genießbar gemacht wie die gewöhnlichen kultivierten Sorten. Buckmann gelang dasselbe in wenigen Jahren mit der wilden *Pastinake*, aber bei Selektion der am wenigsten fleischigen Wurzeln war das Resultat nach drei Generationen wieder verschwunden. Carrière hat den wilden Rettich mit ungenießbaren Wurzeln, durch Auslese der am meisten fleischigen Exemplare, innerhalb 5 Jahren zur Produktion von essbaren Wurzeln bis zum Gewichte von 3—600 Gramm gebracht. Bekannt ist der Versuch Fritz Müller's mit Maiskolben, der später von de Vries

wiederholt wurde. Die von Müller benutzte Maissorte hatte ursprünglich Kolben, an denen die Körner im Mittel in 10—12 Längsreihen geordnet waren. Als Samenträger jedesmal die Kolben mit der größten Zahl von Längsreihen auslesend, gelang es ihm innerhalb dreier Jahre eine Rasse zu züchten, die im Mittel 16 Reihen zeigte, während die Maximumzahl der Reihen von 18 auf 26 gestiegen war. Bei der Wiederholung des Versuches ging de Vries aus von einer Rasse mit im Mittel 14—16 Längsreihen, und es gelang ihm bald diesen Wert bis 20 hinaufzuführen. Aber durch Retourselektion wurde in 3 Jahren das ganze Resultat wieder rückgängig gemacht; der Mais kehrte zu seiner 14—16reihigen Rasse zurück.

Resümierend kommen wir also zum Schluss, dass man gewiss Unrecht hat, wenn man glaubt, dass die Ausbildung neuer Artmerkmale von fluktuierenden Variationen ausgegangen ist, dass solche Variationen während Tausender von Jahren in bestimmter Richtung sich vergrössert haben können, und dass dabei die Resultate der Selektion schließlich von ihr unabhängig geworden sind. Die Thatsachen sind mit allen diesen Schlüssen im schroffsten Widerspruch.

Es bleibt uns also jetzt nur übrig zu untersuchen, wie es mit den Abweichungen steht, welche wir als Mutationen bezeichnet haben. Ich hebe hier nochmals hervor, dass de Vries unter diesem Namen die sogenannten stossweisen Variationen und die Abänderungen, welche er bei *Oenothera Lamarckiana* beobachtet hat, zusammenfasst. Ich habe oben bemerkt, dass zwischen beiden Kategorien von Erscheinungen oft ein gewisser Gegensatz vorhanden ist, aber wir werden bei der Besprechung einiger Beispiele sehen, dass dieser Gegensatz keineswegs scharf ist, und es also als durchaus berechtigt erscheint, beide als Mutationen zusammenzufassen.

Gehen wir also jetzt zur Aufzählung einiger Beispiele stoßweiser Variationen über, die uns zugleich über deren Charakter belehren können.

Zumal im Gartenbau spielen diese eine große Rolle, und treten hier im allgemeinen viel mehr wie beim Ackerbau in den Vordergrund. Es enthalten jährlich die Preisverzeichnisse der Blumenzüchter viele sogenannte Neuheiten, deren Samen zu bedeutend höheren Preisen notiert werden. Es sind das zum Teil aus ihrer Heimat neu eingeführte Arten, zum Teil durch Bastardierung erzeugte Neuheiten, aber zum großen Teil auch neue Formen, welche infolge stoßweiser Variation entstanden sind, und zumeist unter den einjährigen Pflanzen vorkommen. Es sind das z. B. Varietäten mit gefüllten Blüten, mit weißen Blumenblättern, wenn diese sonst gefärbt sind, Zwergformen und vielerlei andere Abarten. Sie entstehen nur selten, und zwar in der Weise, dass plötzlich auf einem Beete sich unvermittelt oft nur eine einzige Pflanze zeigt welche das betreffende neue Merkmal aufweist. Kommen nun die Samen einer solchen Pflanze in den

Besitz eines Handelsgärtners, dem die Abweichung einen gewissen Wert zu haben scheint, so fängt er gleich an, sie, wie man sagt, durch Selektion zu fixieren. Wenn man nun aber, wie de Vries das gethan hat, an Ort und Stelle beobachtet, wie es dabei zugeht, so kommt man bald zur Ueberzeugung, dass es sich hier um ganz etwas anderes handelt als bei der Selektion im Ackerbau, wie wir sie oben z. B. für die Zuckerrüben ausführlich erläuterten. Es ist selbstverständlich, dass die von der ersten abgeänderten Pflanze geernteten Samen vielfach Hybriden sind, da die Mutter von nicht abweichenden Pflanzen ganz umgeben war. Ebenso ist es selbstverständlich, dass ein Handelsgärtner die Samen als Novität nur in den Handel bringen kann, wenn er von denselben eine genügende Menge besitzt. Diese zwei Umstände bestimmen nun ganz den bei der sogenannten Fixierung angestrebten Zweck. Es werden einfach die sogenannten Atavisten, d. h. Hybriden, während der Blüte ausgerodet, und ferner die Pflanze während weniger Jahre ohne jede weitere Auswahl gezüchtet, in einem solchen Maßstabe, dass genug Samen zum Verkauf erhalten werden. Es wird dann die Pflanze als Neuheit lanziert, und in das erste Jahr des Samenverkaufs fällt der ganze Gewinn, denn später kann ein jeder die Samen ebenso gut und rein liefern wie der ursprüngliche Züchter, offenbar ein schroffer Gegensatz zu dem, was wir bei den veredelten Rassen der Landwirtschaft gesehen haben.

In diesen Neuheiten treten im allgemeinen die Charaktere der stoßweisen Variationen sehr deutlich hervor; sie treten plötzlich auf ohne durch Uebergangsformen mit der Stammform verbunden zu sein, und sind ohne eigentliche Selektion sogleich erblich.

Aus der reichen Fülle der von de Vries angeführten Thatsachen wollen wir jetzt noch einige besonders wichtige Beispiele hier besprechen, aus denen wir die Eigentümlichkeiten dieser Abweichungen noch besser kennen lernen werden. Selbstverständlich ist in vielen Fällen, zumal bei den älteren Varietäten der Kulturpflanzen, der Ursprung vollkommen unbekannt, und können wir jetzt also nur aus dem Verhalten ihrer Merkmale bei der Fortpflanzung einen Rückschluss auf den Charakter der Variationen ziehen, durch welche sie entstanden sind. Und selbst in denjenigen Fällen, wo über den Ursprung gewisser Unterarten in der Kultur historisch etwas bekannt ist, hat man fast nie Sicherheit, dass ihr erstmaliges Entstehen beobachtet wurde, oder auch nur ihr Entstehen aus Eltern, welche sich in nichts von der gewöhnlichen Stammform unterschieden. Es giebt in der That nur ein paar Beispiele, bei denen das letztgenannte der Fall war. Aber auch die nicht so vollständig erläuterten Fälle sind für uns von Interesse und ich fange mit diesen an.

Die jetzt so beliebten Kaktus-Dahlien sind von van den Berg in Jutphaas (Holland) zuerst in den Handel eingeführt. Er erhielt vor

Jahren von einem Korrespondenten aus Mexiko eine Kiste mit Wurzeln, Rhizomen u. s. w., welche dieser für ihn gesammelt hatte. Nur eine Pflanze war noch lebendig geblieben, als die Sendung ihn erreichte, und das war die Pflanze, welche durch Kreuzung mit den älteren Varietäten die Stammutter aller jetzigen Kaktus-Dahlien geworden ist, und welche in der Heimat des Absenders nachher vergeblich gesucht wurde.

Beseler in Anderbeck hatte durch Selektion fluktuierender Variationen eine sehr gute und veredelte Haferrasse erzielt, welche noch jetzt den Namen Anderbecker Hafer trägt, und als Saatgut in den Handel gebracht wurde, so wie wir es bei den Zuckerrüben gesehen haben. Die Rasse war aber begrannt, und das wurde an ihr getadelt. Zufällig zeigten sich jedoch auf dem Felde einzelne unbegrannte Exemplare; als man diese zur Fortpflanzung benutzte, wurde mit einem Schlage dieselbe Rasse in unbegrannter Form erhalten.

Der hier beschriebene Fall steht keineswegs allein. Bei den Getreidearten findet man viele Unterarten, die von der Selektion unabhängig sind.

Patrick Sheriff in Schottland hat in den zwanziger und dreißiger Jahren überall auf Aeckern nach abweichenden Formen gesucht. Die erhaltenen Körner wurden gesät und die Nachkommenschaft war in den meisten Fällen sogleich konstant. In diesen Fällen hatte er also mit stossweisen Variationen zu thun, und auf diese Weise sind verschiedene, noch jetzt sehr bekannte Unterarten entstanden, zum Beispiel der Mungo swells-Weizen, der Hopetown-Hafer und verschiedene andere.

Wichtig ist auch die Entstehung verschiedener Unterarten des Weizens im Anfang des vorigen Jahrhunderts. Der Oberst Le Couteur beschäftigte sich mit der Kultur des Weizens auf der Insel Yersey, als er einmal einen Besuch des Prof. La Gasca erhielt, und dieser ihm zeigte, dass auf seinen Aeckern sehr verschiedene Weizensorten durcheinander wuchsen. Es wurden demzufolge getrennte Aussaatsversuche mit den verschiedenen Formen gemacht, und diese zeigten sofort, dass hier eine Anzahl samenbeständiger Unterarten vorlag, welche ohne weiteres in den Handel gebracht werden konnten, und von denen einige noch jetzt angebaut werden.

Wie bei den Getreidearten verhält es sich auch bei dem Kernobst. Von den meisten Sorten der Aepfel und Birnen ist die Herkunft uns verborgen. Schon die Römer kannten deren eine ziemlich große Anzahl, und im Jahre 1600 waren schon mehr als hundert beschrieben. Von diesen und vielen anderen weiß man nichts.

Aber es liegt eine Erfahrung Peter M. Gideon's vor über die Gewinnung einer bekannten Apfelsorte, welche er Wealthy-Apple genannt hat. In der Absicht etwas neues zu erhalten, hatte er während

neun Jahren jedes Jahr tausend Apfelbäumchen gezüchtet, aber ganz ohne Erfolg. Zuletzt kaufte er zufällig im Staate Maine einige Aepfel von unbekannter Herkunft, die sich etwas abweichend verhielten. Die Samen dieser Früchte lieferten ihm sogleich seinen Wealthy Apple, der jetzt überall in Minnesota verbreitet ist.

Ebenso interessante Beispiele liefert uns die Geschichte der Gewinnung verschiedener jetzt noch beliebter Sorten von Aepfeln und Birnen durch den belgischen Züchter van Mons, im Anfang des vorigen Jahrhunderts. Er hat die Samen kultivierter Bäume mit essbaren Früchten gesät, und die Sämlinge lieferten ihm mehrere, damals nicht in dem Handel vorkommende Typen. Keineswegs aber hat er durch Selektion fluktuierender Variationen diese neuen Sorten geschaffen; er hat sie fertig vorgefunden, und, was noch wichtiger ist, er hat später alle von ihm in den Handel eingeführten Formen, als solche wildwachsend, meist in den Ardennen, wiedergefunden. Die gefundenen wilden Pflanzen waren zwar dornig, und hatten kleine, ungenießbare Früchte; das Aroma aber, die Form der Frucht und alle sonstigen Eigenschaften, welche eine wirklich neue Sorte kennzeichnen und ihr Wert verleihen, waren bei ihnen vorhanden. Seine neuen Sorten waren also einfach bereits vorhandene und kultivierte Formen welche er, durch Selektion fluktuierender Variationen während einiger Generationen noch bedeutend veredelt und dann in den Handel gebracht hat, so dass sie allgemein bekannt wurden. van Mons wusste sehr gut, dass die Veredelung in der Kultur nur den Zweck hat, schon vorhandene Eigenschaften weiter auszubilden, und keineswegs neue Merkmale zu schaffen.

In den hier aufgezählten Beispielen ist also, wenigstens teilweise, für die abweichenden Formen bekannt, wo, wann und wie sie in die Kultur eingeführt worden sind, wenn sich auch über deren erste Entstehung nichts aussagen lässt. Aber, wie gesagt, in weitaus den meisten Fällen weiß man nur, dass gewisse Unterarten oder Varietäten da sind, von denen man annehmen muss, dass sie in der Kultur entstanden sein werden, oder sich wenigstens durch spätere Abzweigung von einer bestehenden Stammart gebildet haben müssen. Und in solchen Fällen können nur Aussaatversuche darüber Aufschluss geben, ob man berechtigt ist, eine gegebene Abweichung als durch stoßweise Variation entstanden zu betrachten. Bei vollkommener Samenbeständigkeit kann man nicht annehmen, dass eine durch Selektion fluktuierender Variationen entstandene Rasse vorliegt. Und ist auch ein Entstehen durch Bastardierung ausgeschlossen, so darf man sicher auf stoßweise Variation schließen. Nun ist es genügend bekannt dass viele Abarten, z. B. solche mit weißen oder mit gefüllten Blüten, samenbeständig sind, aber selbstverständlich kommt in den Gärten Bastardbestäubung nicht selten vor, und daraus erklärt es sich teilweise,

dass diese Samenbeständigkeit meistens keine vollkommene ist. Darum ist es wichtig, hier noch mitzuteilen, dass de Vries verschiedene Fälle bei künstlicher Selbstbestäubung näher untersucht hat. Es zeigten sich dann sogleich die Nachkommen konstant und vollkommen den Mutterpflanzen gleich. Dieses Resultat wurde z. B. für viele der bekannten Gartenvarietäten des *Papaver somniferum* erhalten.

Zum Schlusse sei hier noch der Fall von *Chelidonium majus laciniatum* mitgeteilt. Um das Jahr 1590 fand ein Apotheker in Heidelberg in seinem Garten, wo er *Chelidonium majus* mit anderen Pflanzen züchtete, das jetzt in allen botanischen Gärten wachsende *Chelidonium laciniatum,* mit stark geteilten Blättern und geschlitzten Blumenblättern, zum erstenmale vor. Er erkannte die Pflanze sofort als etwas fremdartiges und neues, und sie wurde von den besten Botanikern jener Zeit untersucht. Sie war nie wildwachsend gefunden worden, und das ist auch nachher nicht der Fall gewesen. Man darf annehmen, dass diese Pflanze in dem Garten dieses Apothekers aus dem Samen des gewöhnlichen *Chelidonium majus* entstanden sei. Ihre Samenbeständigkeit und völlige Konstanz wurde mehrmals von verschiedenen Untersuchern experimentell festgestellt.

Es interessiert uns dieser Fall nicht nur, weil vielleicht von keiner anderen Unterart so viel über die Abstammung aus einer wildwachsenden Art bekannt ist, sondern zumal auch deshalb, weil der Unterschied zwischen *Chelidonium laciniatum* und *Chelidonium majus* so ganz den Charakter der Verschiedenheit zwischen nahe verwandten wildwachsenden Arten zeigt. In den bis jetzt behandelten Beispielen betrafen die Unterschiede, wo nicht ausschließlich, doch im allgemeinen vorwiegend einzelne Organe oder Teile der Pflanzen, z. B. die Blumen oder die Früchte. Hier hat man aber eine Varietät, welche in allen ihren Teilen von der Mutterart verschieden ist, und welche man deshalb, falls ihr Ursprung unbekannt wäre, und man sie wildwachsend fände, anstandslos wenigstens für eine selbständige elementare Art, sehr wahrscheinlich für eine Art im Linné'schen Sinne halten würde. Wir werden nun sehen, dass die bei *Oenothera Lamarckiana* von de Vries entdeckten Variationen ganz denselben Charakter besitzen. Es bildet somit *Chelidonium laciniatum* ein schönes Beispiel einer Uebergangsform zwischen diesen Fällen und den eigentlichen stoßweisen Variationen, wie sie in der Landwirtschaft und im Gartenbau so oft vorkommen.

Hoffentlich wird es mir gelungen sein, durch die Besprechung dieser Beispiele dem Leser zu zeigen, was man unter den Mutationen, die wir speziell als stoßweise Variationen bezeichnet haben, zu verstehen hat, und es erübrigt jetzt nur noch zu untersuchen, inwiefern solche Abweichungen als Grundlage für die Darwinistische Theorie betrachtet werden können.

Vorher sei es mir aber noch erlaubt, darauf hinzuweisen, dass jedes durch stoßweise Variationen entstandene Merkmal, wie alle anderen Merkmale der Pflanze, in der gewöhnlichen Weise kontinuierlich variiert.

Wir kommen nun, wie ich glaube, aus allem Vorhergehenden zu dem Resultate, dass die Abweichungen, welche hier als stoßweise Variationen bezeichnet wurden, ganz anderer Art sind als die kontinuierlichen Variationen. Sie sind durchaus qualitativer Natur, sie sind da oder sie sind nicht da, und können nicht durch Retourselektion zum gänzlichen Verschwinden gebracht werden. Sie sind vollkommen fixierbar, oder eigentlich von ihrer ersten Entstehung ab fixiert, denn bei künstlicher Selbstbefruchtung sind sie sogleich in den Nachkommen konstant. Sie sind ferner accumulierbar, denn verschiedene stoßweise Variationen können in derselben Pflanze zusammengefügt werden, wie es die sehr zusammengesetzten Namen, welche man im Gartenbau oft benutzt, schon zur Genüge beweisen. Mit anderen Worten: die stoßweisen Variationen entsprechen ganz den prinzipiellen Bedingungen, welche wir oben gestellt haben für Abweichungen, welche im stande sein sollen zu der Ausbildung von Artmerkmalen zu führen. Es hat denn auch Darwin ihre Bedeutung für seine Theorie oft hervorgehoben, wenn er auch später den Wert der fluktuierenden Variationen zu hoch geschätzt hat.

Sind die Artmerkmale aus stoßweisen Variationen hervorgegangen, so wird es zugleich deutlich, dass die Arten, auch selbst die elementaren, nicht durch Uebergangsformen mit einander verbunden sind, denn die stoßweisen Variationen sind immer, wenn auch kleine Sprünge. Ebenso erscheint dann die Nutzlosigkeit vieler Artmerkmale, auf die man so oft hingewiesen hat, nicht mehr so wunderbar, denn man kann einsehen, dass unschädliche aber nutzlose, vollkommen erbliche Variationen, wenn sie in etwas größerer Zahl entstehen, sehr gut im stande sein können, sich in der Nachkommenschaft zu behaupten.

Man wird sich nun ohne Zweifel vorstellen können, wie de Vries zu der Ueberzeugung gelangte, dass für die Artbildung die kontinuierlichen Variationen keine Bedeutung haben, dagegen solche von der Natur der stoßweisen gewiss eine große Rolle gespielt haben müssen. Zwar beruhen viele stoßweise Variationen nur auf dem Verlust eines Merkmals, oder beschränken sich, falls sie positiver Art sind, auf ein einziges Organ der Pflanze. Aber es giebt unter ihnen auch solche, deren Charakter mehr übereinstimmt mit dem, was wir von den Unterschieden zwischen wildwachsenden Arten wissen. *Chelidonium majus laciniatum* lieferte uns ein solches Beispiel.

In dieser Hinsicht steht also einer solchen Annahme nichts entgegen. Aber es giebt eine andere Schwierigkeit, d. h. die experimentell

festgestellte Thatsache der Immutabilität der wilden Arten und elementaren Arten. Man wird also zu der Annahme gezwungen, und diese wird von der relativen Seltenheit der stoßweisen Variationen in der Kultur unterstützt, dass die wilden Pflanzen und Tiere nur zu gewissen Zeiten und unter gewissen Umständen eine mutabele Periode durchmachen, und dass eine solche vielleicht erst nach großen Zeitintervallen wiederkehrt. Es würde bei dieser Voraussetzung nicht unmöglich sein, vielleicht hier und dort eine Pflanze zu finden, welche eben eine mutabele Periode durchmachte und die Mutation zu beobachten erlaubte.

Von dieser Voraussetzung ausgehend, hat nun de Vries die verschiedensten, wildwachsenden Pflanzen in seinem Garten während einiger Generationen gezüchtet. Die meisten erwiesen sich als vollkommen immutabel, aber unter etwa hundert ist es ihm doch gelungen eine einzige aufzufinden, welche sich im mutierenden Zustand befand und allen vorher aufgestellten Erwartungen entsprach. Ueber diese Pflanze und die mit ihr angestellten Versuche will ich nun etwas mehr mitteilen.

Es war die *Oenothera Lamarckiana*, eine der bekannten *Oenothera biennis* sehr verwandte, wie diese aus Amerika stammende Pflanze. Sie wird höher wie *Oenothera biennis*, hat viel größere und schönere Blüten, und unterscheidet sich von ihr noch in verschiedenen anderen, untergeordneten Merkmalen. Sie kommt bei uns wild vor, aber ist in solchen Fällen wahrscheinlich immer aus Gärten verwildert. Solches war sicher der Fall an dem Fundorte, wo de Vries seine Beobachtungen machte, nämlich auf einem verlassenen Kartoffelfelde bei Hilversum, ein Ort, der ungefähr halbwegs zwischen Amsterdam und Utrecht liegt.

Die Verbreitung aus einer nahe gelegenen Parkanlage hatte ungefähr 1875 angefangen, und es hatte eine sehr starke Vermehrung stattgefunden, als de Vries in 1886 sie zuerst beobachtete. Die Pflanze zog seine Aufmerksamkeit auf sich, weil er vermutete, dass eine rasche Vermehrung in einem fremden Lande vielleicht eine mutable Periode einleiten könnte, eine Vermutung, die sich glänzend bestätigt hat. Sodann aber zeigte sie auch zahlreiche, stoßweise Variationen, wie Fasciationen, Ascidien u. dergl. Und schließlich entdeckte er auf dem Felde zwei abweichende Formen in ziemlich geringer Zahl. Dieselben unterschieden sich von der *Oenothera Lamarckiana* in zahlreichen Merkmalen und hatten ganz den Charakter neuer elementarer Arten. Die eine wurde *O. brevistylis*, die andere *O. laevifolia* genannt. Beide zeigten sich nachher, aus Samen fortgepflanzt, völlig konstant, und sind, so viel bekannt, hier zum erstenmale gefunden, wenigstens weder in systematischen Werken beschrieben, noch in einigen darauf durchsuchten großen Herbarien im getrockneten Zustande vorhanden. Es wurden nun im Herbst 1886 neun schöne Rosetten der *O. Lamarckiana*

von de Vries in seinen Versuchsgarten in Amsterdam übergepflanzt, und über die Versuche mit diesen Pflanzen und ihren Nachkommen habe ich jetzt zu berichten.

Im Laufe der Jahre wurden aus den Samen dieser neun Rosetten in sieben Generationen etwa 50000 Pflanzen gezüchtet, und es zeigten sich unter diesen etwa 800 abweichende, mutierende Pflanzen, von denen man aber bestimmt weiß, dass sie seit dem Jahre 1886 nur normale *Lamarckiana*-Vorfahren hatten.

Es wird über diese Verhältnisse der unten reproduzierte Stammbaum dieses Hauptversuches Aufschluss geben.

Oenothera Lamarckiana.

Stammbaum über die Entstehung neuer elementarer Arten aus der Hauptform.

(Die Ziffern der Tabelle weisen die Anzahl der Individuen nach.)

Generation	Namen: *gigas*	*albida*	*oblonga*	*rubrinervis*	*Lamarckiana*	*nanella*	*lata*	*scintillans*
1. Generat. 1886–87 Hilversum.					9			
2. Generat. 1888–89					15000	5	5	
3. Generat. 1890–91				1	10000	3	3	
4. Generation, 1895 (einjährig)	1	15	176	8	14000	60	73	1
5. Generation, 1896 (einjährig)		25	135	20	8000	49	142	6
6. Generation, 1897 (einjährig)		11	29	3	1800	9	5	1
7. Generation, 1898 (einjährig)			9		3000	11		
8. Generation, 1899 (einjährig)		5	1		1700	21	1	

Bei Betrachtung dieses Stammbaums wird es dem Leser sogleich auffallen, dass zwischen den Jahren 1891 und 1895 die Kultur nicht fortgesetzt wurde. Das heißt also, dass die in 1891 geernteten Samen erst in 1895 ausgesäet sind. Während dieser Jahre wurden ausgedehnte Versuche über die Kulturmethode, Düngung und künstliche Befruchtung gemacht. Die Resultate dieser Versuche zeigen sich in den nachfolgenden Generationen des Stammbaums sehr deutlich. Nach 1895 werden jährlich Samen geerntet, so dass die Untersuchung einer

Generation nur mehr ein Jahr erfordert. Und was die Hauptsache ist, die Zahl der ans Licht tretenden Mutanten hat sich seit diesem Jahre beträchtlich vermehrt. Was die künstliche Selbstbefruchtung bei Ausschluss von Insektenbesuch angeht, so fand diese seit 1895 bei allen Samenträgern des Stammbaums regelmäßig statt. Bei den ersten drei Generationen war aber Fremdbestäubung sehr unwahrscheinlich, wenn nicht unmöglich, weil die Pflanzen an isolierten Stellen des Gartens wuchsen, und vielfach die Blumen eines Beetes entfernt wurden, sobald ein anderes *Oenothera*-Beet zu blühen anfing.

Das Hauptresultat dieses Versuchs war also die Thatsache, dass abweichende Formen auftraten, welche selbst und in ihren Nachkommen sehr verschieden von *Oenothera Lamarckiana* und in allen ihren Teilen und Entwickelungszuständen leicht kenntlich waren. Sie wurden mit verschiedenen Namen belegt. Es entstanden also z. B. im Jahre 1888 aus den Samen der Pflanzen aus Hilversum etwa 15000 Nachkommen, welche sämtlich *Lamarckiana* waren, mit Ausnahme von 10, deren 5 eine Zwergform (*O. Lamarckiana nanella*) zeigten, und die andern 5 einen mehr breitblättrigen Typus (*O. Lamarckiana lata*). Und so ging es weiter.

Es thut sich nun die Frage auf, ob die in diesem Stammbaume verzeichneten Mutanten die einzigen sind, welche in dieser Kultur vorkamen. Diese Frage muss jedenfalls verneinend beantwortet werden. Erstens hat de Vries in diesem Versuche verschiedene Pflanzen als Mutanten nachweisen können, welche nicht blühten, und bei welchen also der Beweis nicht geliefert werden konnte. Einige sind auch, obgleich sie Samen trugen, aus anderen Gründen hier nicht aufgenommen. Noch andere Abweichungen sind beobachtet worden, welche große Analogie mit Mutationen zeigten, aber bei welchen die Entwickelung des Keimes gehemmt wurde. Zweitens aber ist es sehr wahrscheinlich, dass es unter den Pflanzen dieses Versuchs noch mehrere Mutanten gegeben haben wird, von denen nie etwas gesehen wurde. Denn es sind die 50000 Pflanzen des Versuchs nur teilweise zu vollkommener Entwickelung gelangt. Eine große Zahl, welche sich als gewöhnliche *Lamarckiana*-Erben kund gab, wurde als Keimpflanzen ausgerodet. Es ist nun natürlich nicht ausgeschlossen, dass verschiedene Mutationen, welche sich erst später im Leben offenbart hätten, mit ausgerodet worden sind.

Andererseits aber hat diese Wahl der Keimpflanzen einen großen Vorteil. Es bedeutet dies, dass die ausgesuchten Mutanten, welche sich im erwachsenen Zustande sehr verschieden zeigen werden, dies schon in den ersten Stadien ihres Lebens kund geben, dass somit die Mutationen in allen Entwickelungsphasen gut und sicher erkennbar sind. Es zeigt dieses, dass man es hier mit Abänderungen von großem systematischen Wert zu thun hat. Ich erinnere hier nur daran, wie Alph. de Candolle in seiner Phythographie erzählt, dass sein Vater und er

selbst im stande waren, schon an den Keimpflanzen die natürlichen Familien zu erkennen. Es wurden im botanischen Garten zu Genf auf diese Weise von ihnen die in Töpfen ausgesäten Keimlinge beim Auspflanzen auf die Beete sortiert. Mit Recht folgert de Candolle aus dieser Thatsache, dass die Familienmerkmale tief im Wesen der Pflanzen begründet, also systematisch von hoher Bedeutung sind. Dasselbe darf man aus der Methode der Auswahl bei seinen Versuchen für die von de Vries gefundenen Mutanten von *Oenothera Lamarckiana* folgern. Es würde mich viel zu weit führen, die im Stammbaume aufgeführten, und mit verschiedenen Namen belegten Mutanten hier alle ausführlich zu beschreiben. Ich muss mich mit einigen allgemeinen Angaben begnügen.

Allererst sei dann nochmals betont, dass hier keineswegs die gewöhnlichen stoßweisen Variationen vorliegen, welche bei den verschiedensten Kulturpflanzen in genau derselben Form vorkommen können, und welche durch die oft wiederholten Bezeichnungen, wie *pendula, laciniata, laevis, plena, inermis, alba* u. s. w. zur Genüge gekennzeichnet werden. Nur die eine Form, welche *nanella* genannt wurde, lässt sich hier einreihen, denn es ist eine bekannte Thatsache, dass bei den verschiedensten Gartenpflanzen Zwergformen vorkommen, welche sich zu ihren Stammformen genau so verhalten, wie die *Oenothera nanella* zur *Lamarckiana*. Die sonstigen Mutanten tragen aber einen ganz anderen Charakter, sind nicht durch ein einziges auffallendes Merkmal, sondern in allen ihren Teilen von der Stammart verschieden. Es betreffen die Unterschiede: die Form der Wurzel-, Stengel- und Tragblätter; die Entwickelung der Blattstiele; die grüne Farbe der Blätter; den Glanz ihrer Oberfläche; die Farbe der Nerven bei Blättern, Kelchzipfeln und Früchten; die Ausbildung der Bastfasern im Stengel; die Form der Infloreszenzen; die Farbe der Blumenblätter; die Form der Früchte; die Fähigkeit mehr oder weniger Samen fortzubringen, u. s. w. Dazu ist *Oenothera lata* rein weiblich, weil die Antheren außer Stande sind, auch nur ein einziges fruchtbares Pollenkorn hervorzubringen, während *O. brevistylis* eine kurzgriffelige Form ist, welche anfangs rein männlich schien, wenn sie auch später das Vermögen zeigte kleine Früchte mit einzelnen keimfähigen Samen zu bilden. Natürlich zeigen die Merkmale der Mutanten, so wie der *O. Lamarckiana*, wie immer, fluktuierende Variation, so dass es selbst gelang, durch Selektion aus letzterer Pflanze eine lang- und eine kurzfrüchtige Rasse hervorzubringen. Aber das interessiert uns hier nicht weiter.

Es ist wahr, dass die meisten Mutanten Abweichungen zeigen, welche es wahrscheinlich machen, dass sie im Kampf ums Dasein der *Oenothera Lamarckiana* unterliegen würden. Nur *O. gigas* macht den Eindruck, als würde sie mit Vorteil diesen Kampf bestehen können.

Aber davon abgesehen, hatten die neu entstandenen Mutanten ganz und gar den Charakter elementarer Arten in der Natur. Sie sind, wie wir sahen, als Keimpflanzen schon zu erkennen, während die Unterschiede, wenn sie auf Beeten nebeneinander im Garten stehen, auch im erwachsenen Zustande sehr leicht ins Auge fallen, und fast nie auf den Beeten Uebergangsformen vorkommen, von welchen man zweifeln möchte, ob sie vielleicht zu einer andern Sorte gehören. Die Verschiedenheiten stehen denen zwischen den bekannten elementaren Arten, z. B. von *Draba verna* oder *Viola tricolor* keineswegs nach, sind oft viel prägnanter, was auch schon daraus hervorgeht, dass die Unterschiede zwischen elementaren Arten oft nicht an Herbarmaterial wieder zu finden sind, während das bei den *Oenothera*-Mutanten keine Schwierigkeit macht. Es liegen vor mir getrocknete Exemplare der verschiedenen Mutanten, welche sich sehr leicht von einander unterscheiden lassen. Ich habe dieselben im Demonstrationszimmer meines Laboratoriums aufgestellt, neben den verschiedenen Arten der Gattungen *Papaver*, *Ranunculus* u. a., und es machte auf jeden Zuschauer den Eindruck, dass hier Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten von gleichem Charakter sich zeigten, wenn es auch natürlich nicht zu verkennen war, dass die Unterschiede zwischen den Arten von *Papaver* und *Ranunculus* größer sind, wie die zwischen den neuen, elementaren *Oenothera*-Arten. Auch sind verschiedene von diesen noch als Herbarmaterial leichter und sicherer von einander und von *Oenothera Lamarckiana* zu unterscheiden als diese letztere Art von der verwandten *Oenothera biennis*.

Die Mutanten erscheinen, wie aus dem Stammbaum hervorgeht, wiederholt in aufeinanderfolgenden Jahren. Zwar entstand *O. gigas* in diesem Versuch nur einmal, im Jahre 1895, in einem einzigen Exemplare. Aber in anderen Kulturen hat de Vries ihr Entstehen noch zweimal beobachtet. Dagegen ist *O. nanella* sieben Jahre nach einander entstanden, und auch alle anderen Arten zu wiederholten Malen. Die Zahl der Mutanten derselben Art, welche zugleich auftreten, ist sehr verschieden und oft ziemlich bedeutend. So finden wir z. B. im Stammbaume, dass in 1895 176 *Oblonga*-Mutanten, in 1896 deren 135 sich zeigen, u. s. w. Auch die Prozentzahlen sind sehr verschieden. Die höchste Zahl finden wir für *O. lata* im Jahre 1896 verzeichnet, wo sie nahezu 1,8% für diese Art allein erreichte. Wenn man alle verschiedenen Mutanten zusammenrechnet, und deren prozentische Zahl für die Jahre 1895 und 1896 berechnet, in denen die Zahl der Mutanten am vollständigsten bestimmt wurde, so findet man einen Wert von etwas über 3%. Es ist also jedenfalls die Zahl der mutierenden Pflanzen eine nicht unbedeutende. Schon das hier mitgeteilte wird den Leser überzeugen, dass die von de Vries beobachteten Mutationen in mancher Hinsicht übereinstimmen mit der Vor-

stellung von dem, was wir für die Bildung neuer elementarer Arten als notwendig erkannt haben.

Aber diese Ueberzeugung wird noch fester, wenn wir jetzt die Resultate der weiteren Fortpflanzungsversuche etwas näher betrachten.

Die Samen sämtlicher im Stammbaum genannter Mutanten wurden in großem Maßstabe ausgesäet, und der Charakter der Nachkommen beobachtet. Der Erfolg war sehr überzeugend, und führte im allgemeinen zu dem Resultate, dass die Mutanten sogleich völlig konstant, also ihre Merkmale vollkommen erblich sind. Natürlich fand bei allen diesen Versuchen nur künstliche Selbstbestäubung mit vollkommenem Ausschluss von Insektenbesuch statt. Ich erlaube mir, einige Beispiele dieser Aussaatversuche mitzuteilen.

Von der einzigen *gigas*-Pflanze, welche 1895 entstand, wurden die Samen in 1897 in der Zahl von 450 ausgesäet. Alle brachten *O. gigas* hervor, keine einzige *Lamarckiana*-Pflanze war dabei. Nur eine Pflanze zeigte neben den *gigas*-Merkmalen auch die der *O. nanella*. Es war dies somit eine neue Form zweiter Ordnung.

Tausend Samen der *O. rubrinervis* lieferten in 1896 sämtlich reine Nachkommen, mit Ausnahme einiger, welche eine neue Mutante lieferten, *leptocarpa* genannt, und im Stammbaume nicht aufgenommen. Es war dabei aber auch eine einzige *Lamarckiana*-Pflanze, und wenn sich vermuten ließ, dass diese aus einem im Boden des Beetes von früheren Kulturen übrig gebliebenen Samen stammte, so verursachte doch ihr Vorkommen Zweifel an dem Ergebnis. Es wurde deshalb Fortsetzung und Wiederholung des Versuchs beschlossen. Die Fortsetzung der Kultur fand im Jahre 1897 statt und lieferte auf 1114 Samen ebenso viele *rubrinervis*-Pflanzen. Die Wiederholung mit anderen Samen von *O. rubrinervis*, 1862 an der Zahl, zeigte ebenfalls nur reine Nachkommen.

In den Jahren 1893, 1895 und 1896 fanden Aussaatversuche mit *O. nanella* statt. Einmal lieferten 440 Samen ebenso viele *nanella*-Pflanzen; das zweite Mal fand dasselbe bei 2463 Samen statt. Das dritte Mal wurden von 36 Exemplaren der *O. nanella* Samen geerntet, und aus diesen 18 000 Keimlinge erzogen, die alle rein waren; nur drei zeigten zugleich die Merkmale der *O. oblonga*, waren also alle wieder Mutanten zweiter Ordnung.

Nur für *O. lata*, die, wie gesagt, keinen Pollen erzeugt, lässt sich augenblicklich die Konstanz der Nachkommen nicht beweisen. Sie ist aber bei Bestäubung mit Pollen der *O. Lamarckiana* fruchtbar, und liefert in diesem Falle 15—20% *lata*-Nachkommen, d. h. eine Zahl, welche übereinstimmt mit dem, was man bei den konstanten Mutanten beobachtet, wenn sie auch durch *O. Lamarckiana* befruchtet werden.

Wie oben schon erwähnt, zeigten auch die auf dem Felde in Hilversum gefundenen Mutanten: *O. brevistylis* und *laevifolia* sich bei Aussaatversuchen völlig konstant.

Aber die *O. scintillans* zeigt in dieser Beziehung ein ganz abweichendes Verhalten. Die aus ihren bei Selbstbefruchtung gewonnenen Samen hervorgehenden Pflanzen sind immer sehr verschieden. Man bekommt 35—40%, in anderen Fällen etwa 70% reine *scintillans*-Pflanzen, aber regelmäßig daneben 8—68% *O. Lamarckiana* und 7 bis 21% *O. oblonga*, während *O. nanella*, *lata* und andere vereinzelt in der Nachkommenschaft auftreten. Die Ursache dieses merkwürdigen Verhaltens ist einstweilen unbekannt.

Es führen aber dennoch die Versuche zu dem Schlusse, dass im allgemeinen die ohne jede Vermittelung aus *Lamarckiana*-Vorfahren sich abspaltenden Mutanten bei Selbstbefruchtung sogleich völlig konstant sind, nur dass sie, ebenso wie *O. Lamarckiana* selbst, gelegentlich auch mutieren können. Aber Atavismus, Rückschlag zum *Lamarckiana*-typus fehlt vollständig.

Alle diese Versuche und Beobachtungen führen uns somit zu dem Resultate, dass die bei *O. Lamarckiana* beobachteten Abweichungen in mancher Hinsicht den stoßweisen Variationen zur Seite zu stellen sind, mit welchen de Vries sie unter dem Namen Mutationen zusammenfasst. Sie schließen sich besonders eng an *Chelidonium laciniatum* an, von dem man annehmen darf, dass es wahrscheinlich auf dieselbe Weise aus *C. majus* entstanden ist. Sie unterscheiden sich aber mit diesem von vielen anderen stoßweisen Variationen dadurch, dass die Abänderung nicht ein einziges oder einige wenige Organe betrifft, sondern sich überall, in allen Teilen der Pflanzen geltend macht, somit dem Charakter der Bildung einer neuen elementaren Art entspricht.

Es hat also de Vries in *Oenothera Lamarckiana* eine Pflanze gefunden, welche wenigstens an dem Standorte in Hilversum sich ganz verschieden zeigt von allen anderen untersuchten Pflanzen, welche Jordan und andere Forscher vollkommen immutabel gefunden haben, ein Resultat, welches de Vries selbst für weit über hundert wildwachsende Arten nur bestätigen konnte.

Und diese *O. Lamarckiana* erzeugt ganz neue, elementare Arten, welche, wenn sie in der Natur gefunden wären, ganz gewiss als solche beschrieben sein würden, aber welche bis jetzt in der systematischen Botanik, so viel man weiß, vollkommen unbekannt waren.

Es wird also die Annahme höchst wahrscheinlich, dass hier zum erstenmale eine Pflanze beobachtet ist, welche sich in einer Mutationsperiode befindet, d. h. im stande ist, neue elementare Arten abzuspalten. Und das Vorkommen solcher Mutationsperioden muss, wie oben auf theoretischen Gründen entwickelt wurde, gelegentlich erwartet werden.

Wir kommen somit durch diese Beobachtungen zur Bestätigung der Vorstellung, dass die Artbildung in der Natur keineswegs immer stattfindet. Die meisten elementaren Arten sind vollkommen immutabel, und sind das vielleicht schon seit langen Zeiten. Wenn aber die Bildung neuer Arten stattfinden soll, so ist die erste Bedingung, dass die Pflanze, welche solche erzeugen wird, in eine Mutationsperiode gerät. Sie wird dann im stande sein, unter geeigneten Verhältnissen ohne jede Vermittelung plötzlich neue elementare Arten hervorzubringen. Diese werden vielleicht zum großen Teil unvorteilhafte Abweichungen zeigen, in anderen Fällen gleichgültige, aber es können darunter auch Formen vorkommen, die besser im stande sind, den Kampf ums Dasein zu führen, wie ihre Stammform. Entstehen auf diese Weise viele neue Formen, so werden wohl oft die meisten davon im Kampfe unterliegen und bald wieder verschwinden. Aber entstehen die neuen Formen zu wiederholten Malen und in großer Zahl, so kann man sich selbst für ungünstige Abweichungen vorstellen, dass sie sich behaupten, und das umsomehr, wenn man es mit gleichgültigen oder sogar vorteilhaften zu thun hat. Es kann dabei selbstverständlich vorkommen, dass die Stammform von besser ausgerüsteten Mutanten verdrängt wird und verschwindet, aber dieses braucht keineswegs der Fall zu sein, es ist vielmehr wahrscheinlich, dass sie neben den von ihr abgespalteten, neuen, elementaren Arten in manchen Fällen bestehen bleibt.

Die Mutationsperiode geht vorüber und es folgt eine immutabele Periode, welche im allgemeinen gewiss viel länger dauert wie die erstere, denn sonst würde man im Freien viel mehr mutierende Pflanzen antreffen, als thatsächlich der Fall ist. Die Mutationsperiode kann aber in die neue Ruheperiode eine gewisse Anzahl elementarer Arten eingeführt haben, welche früher nie dagewesen sind.

Entstehen nun die Mutanten während der Mutationsperiode in großer Zahl und an bestimmten Stellen, so dass sie dort, wo sie vorkommen, dicht nebeneinander wachsen, so ist natürlich auch im Freien Bastardierung teilweise oder ganz ausgeschlossen; es kann also auch vorkommen, dass sie sogleich eine völlig reine, und, wie wir gesehen, auch konstante Nachkommenschaft bilden. Aber in den meisten Fällen werden die Mutanten in relativ kleiner Zahl zwischen zahlreichen Exemplaren der Stammform wachsen, so dass Kreuzung mit dieser sich erwarten lässt. Es entsteht nun natürlich die Frage, welchen Einfluss diese Kreuzung ausüben wird, und inwiefern es den Mutanten möglich sein wird, sich dennoch zu behaupten. Es ruht selbstverständlich auf de Vries die Pflicht, diese Frage zu beantworten und zu zeigen, dass die Kreuzung nicht notwendig zum Verschwinden neuer elementarer Arten zu führen braucht. Er hat denn auch viele Versuche über diesen Gegenstand gemacht, und der zweite Teil seines

Buches wird zumal darüber handeln. Wir wollen also diese Frage einstweilen bei Seite lassen. Nur sei es mir erlaubt, hier darauf hinzuweisen, wie in der letzten Zeit Mendel's alte Arbeit über Bastardierung sehr die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, und die neueren Untersuchungen von de Vries, Correns und anderen sie der Hauptsache nach nur bestätigt haben. Es geht nun aus diesen Untersuchungen Eines mit großer Deutlichkeit hervor, nämlich dass bei Bastardierung die verschiedenen Eigenschaften der Eltern keineswegs verschmelzen, sich blenden, oder zu Mischprodukten von unkenntlichem Charakter werden. Im Gegenteil, sie bleiben unter allen Umständen vollkommen selbständig und ungeändert; sie können zwar in manchen Fällen völlig latent bleiben, oder selbst ein für allemal entfernt werden, aber wo sie sich zeigen, kommen sie zur vollen Ausbildung, und dasselbe findet statt, wenn sie vielleicht nach vielen Generationen aus dem latenten Zustand wieder in Thätigkeit geraten. Es weist dieses schon darauf hin, dass keineswegs das Unkenntlichwerden neuer Merkmale bei elementaren Arten eine notwendige Folge der Kreuzung mit der Stammform sein muss.

Aus allem hier Mitgeteilten dürfen wir den Schluss ziehen, dass die wahrscheinlichste Hypothese über das Entstehen elementarer Arten von der Mutationstheorie geliefert wird. Die elementaren Arten treten nach dieser Theorie also während relativ kurzer und vorübergehender Mutationsperioden im fertigen Zustande plötzlich und unvermittelt auf.

Man darf dann weiter schließen, wie man es in der Darwinistischen Anschauung bis jetzt, mutatis mutandis, auch immer gethan hat, dass durch Anhäufung verschiedener elementarer Mutationen nach und nach auch die Linné'schen Arten, die Tournefort'schen Gattungen, die Familien, Ordnungen und höheren Gruppen auf dieselbe Weise sich gebildet haben werden. Aber dieser Schluss, wenn auch plausibel und theoretisch gut begründet, liegt ausserhalb des Gebietes der hier besprochenen Forschungen.

Groningen, am 7. Februar 1901.

Faunistische Studien am Baikalsee.

Von Alexis Korotneff,

Direktor der Zool. Station in Villafranca und Professor in Kiew.

Das Baikalgebiet bietet unbestreitbar ein außerordentliches Interesse für zoologische Forschungen, was schon die Untersuchungen von Dr. Benedikt Dybowski noch im Jahre 1875 bewiesen haben; so z. B. einen großen Reichtum von Amphipoden, besonders Gammariden, deren Anzahl bis auf 300 Species steigt; zu gleicher Zeit sind nur

wenige Isopoden konstatiert worden und diese gehören möglicherweise nicht grade dem Baikalsee, sondern dem Angaraflusse an. Trotzdem ich den Baikalsee in verschiedenen Richtungen (hauptsächlich in seinem mittleren Teile) durchkreuzt habe, fand ich niemals Isopoden.

Die Reise nach dem Baikal habe ich in der Begleitung meines Assistenten, Herrn Semenkevitsch und des Studenten Herrn Goriaef, deren Mithilfe mir von ganz besonderem Werte war, unternommen. Wir befanden uns an Bord eines Dampfers, stiegen an verschiedenen Punkten (Insel Olchon, Insel Ouschkani, Bucht von Krugulik u. s. w.) aus und dretschten und fischten die ganze Zeit. Beim Dretschen waren wir leider genötigt, uns mit geringen Tiefen zu begnügen und die Tiefseeuntersuchungen, da die bedeutendsten Tiefen des Sees bis 1800 m betragen, der im nächsten Jahre zu unternehmenden Expedition zu überlassen. Das Plankton ergab bei oberflächlichen und nur wenig tiefen Fischereien nur negative Resultate: sehr wenige Copepoden, kaum sichtbare Daphniden; das aber nur an jenen Orten, die ziemlich im offenen See liegen, oft bewegt und von bedeutender Tiefe sind: wenn ich aber an flachen Stellen (wie z. B. die Bucht von Krugulik) gefischt habe, so zeigte sich das Plankton als ziemlich mannigfaltig und reich an Copepoden und Rotatorien; obgleich ich die letzteren nur an Spiritusexemplaren gesehen habe, so kann ich doch zur Zeit als ganz wahrscheinlich hinstellen, dass interessante Arten in demselben vorkommen. Das Planktonstudium wird auch ein besonderes Ziel meiner nächsten Fahrt nach dem Baikal bilden.

Bis jetzt ist das Material nur teilweise bearbeitet und einige, hinsichtlich ihrer Eigentümlichkeiten besonders interessante Formen untersucht.

Was die Spongienfauna anbetrifft, so ist sie meinem Schüler, Herrn Swartschewsky übergeben worden, und er bestimmte die gesammelte Kollektion als aus drei Gattungen, *Lubomirskia, Ephydatia* und *Spongilla* bestehend. Die Art *Lubomirskia* charakterisiert sich durch das Fehlen der *Gemmulae*, wurde von Dybowski aufgestellt und von Sukatschew durch zwei Arten vermehrt. In unserem Material wird diese Gattung durch vier Arten repräsentiert: *L. baicalensis* Pall., *L. baicillifera* Dyb., *L. intermedia* Dyb. und *L. fusifera* Swek. Die Gattung *Ephydatia* ist für den Baikalsee neu und wird vorgestellt durch eine einzige Art *Ephydatia sp.* Die Konsistenz des Schwammes ist ganz weich und zart; in der Basalschicht (Sohle) liegen zahlreiche *Gemmulae;* das Skelett in Gestalt eines dichten Netzes von Nadelbüscheln, die größtenteils glatt sind, aber auch mit Haken versehen sein können. Die mittlere Länge der Nadeln ist 0,019 mm; ihre Dicke ist ca. 0,004 mm. Im *Parenchym* fehlen die Nadeln. *Spongin* ist sehr spärlich vertreten. Die *Gemmulae* (0,418 mm bis 0,560 mm) sind von solchen der *Eph. Mulleri*, *Eph. fluviatilis* und *Eph. bohemica* durch schwache

Ausbildung des Kieselskelettes unterschieden. Die Hülle der *Gemmulae* besteht aus einer Schicht Spongin, in welcher in verschiedenen Richtungen Amphidisken zerstreut liegen; die Länge der letzteren beträgt 0,006—0,011 mm. — Die Zahl der Amphidisken ist so unbedeutend, dass sie keine kompakte Schicht, wie bei den übrigen Arten der *Ephydatia*, bilden. Die Endplatten der Amphidisken (ihr Diameter beträgt 0,011 mm bis 0,014) sind unregelmäßige, 4—8strahlige Sterne; auch viele unregelmäßige Amphidisken kommen vor. Die *Gemmulae* sind mit einem Porus versehen, dessen Diameter 0,03 mm nicht übersteigt. Der Schwamm (*Ephydatia olchonensis*, n. sp.) ist aus einer Tiefe von 10—12 m bei der Insel Olchon gedretscht worden. Die dritte Gattung *Spongilla* ist von einer einzigen Art (*S. microgemmata* n. sp.) repräsentiert.

Besonders reich sind verschiedene Vermes repräsentiert und unter diesen überhaupt Planarien, Hirudineen und Oligochaeten. Was die ersten angeht, so haben wir alle die von Grube angegebenen Gattungen und Arten vorgefunden. Unter den Planarien zeichnet sich besonders die größte von allen, die von Grube als *Dicotylus* (*Planaria pulvinar*) bezeichnete Art[1]). Grube besaß von dieser interessanten Art nur ein einziges Exemplar, wir aber sammelten mehr als dreißig Stück und das mit der von Goriacf angewandten Methode: er versenkte in eine Tiefe bis 120 m einen Netzkorb mit eingelegtem Köder (faules Fleisch) und nach einigen Stunden befand sich darin eine Anzahl von verschiedenen, beträchtlich-großen Amphipoden und einigen großen, dicken und plumpen, soeben erwähnten Planarien, welche ich als „*Rimacephalus bistriatus*“ bezeichnen möchte. Nach ihrem Aussehen im frischen Zustande machte diese *Planaria* vielmehr den Eindruck einer nackten Schnecke, so hoch erschien ihr Körper, besonders im ausgetrecktem Zustande. Grube bezeichnet ihre Länge mit 77,5 mm und die Breite mit 31,5 mm; ich aber fand Tiere, die bis 120 mm lang und 40 mm breit waren. Als äußere Merkmale sind von Grube folgende bezeichnet: das Tier hat eine lehm-ockergelbe Färbung, welche am dunkelsten in der Mittelgegend der Rückenfläche (nicht der Bauchfläche, wie Grube meint) ist. Die Bauchfläche ist grau oder vielmehr transparent-weißlich. Zwei breite weißliche Längsbinden ziehen über die ganze Bauchfläche; sie gehen vorn, hinter der Stirn, durch einen breiten Bogen ineinander über, begeben sich dann etwas auseinander, nähern sich bald in der Mitte und verlaufen darnach ziemlich parallel bis ans Ende, wo sie sich begegnen. Diese Längsbinden fesselten überaus meine Aufmerksamkeit und forderten auf, die Sache an Schnitten zu untersuchen, die mir zu meinem Erstaunen bewiesen, dass zum Unterschiede von allen bis jetzt bekannten Planarien die Ober-

1) Grube, Beschreibung von Planarien des Baikalgebietes, Archiv für Naturgeschichte 38; 1872.

fläche des *Rimacephalus* ganz unbewimpert ist, von einer ziemlich dicken Cuticula bedeckt bleibt und nur die zwei erwähnten weißlichen Streifen eine bewimperte Oberfläche besitzen; die Wimpern sind länglich und sitzen auf einem zylindrischen Epithel, dessen Zellen bedeutend höher als die der übrigen Oberfläche erscheinen. Vermöge der Wimpern rutscht das Tier, wie auf Schlittenbalken, indem es, nach Belieben, die Streifen einander nähern und von einander entfernen kann. Ich möchte noch hinzufügen, dass nur am Wimperepithel Trichocysten mangeln, hingegen waren sie an der Rückenfläche sehr zahlreich und bildeten ganze Packete, in die Cutis eingelagert. Weiter beschreibt Grube das Tier so: die Seitenränder sind durchaus nicht wellig gefaltet, sondern eben; der Stirnrand ist weder verlängert noch seitlich abgesetzt, sein Vorderrand flach gerundet und sehr charakteristisch dadurch, dass er jederseits etwas nach der Bauchseite eine mit einem schwachen Ringwulst eingefasste tiefe Grube trägt; ich füge noch hinzu, dass im lebenden Zustande der vordere Rand des Tieres auf eine Länge von ungefähr 3 mm einen wenig ausgeprägten Lappen bildet, zu dessen beiden Seiten der Rand fransenartig nach oben gebogen erscheint. Die sonderbaren Gruben befinden sich gleich neben der Franse und scheinen den Cerebralorganen der Nemertinen außerordentlich ähnlich. Querschnitte erweisen, dass es topfförmige, kugelige Gebilde sind, in welche ein Kanal eindringt, der von außen herkommt und im Innern eine Erweiterung besitzt. Die Wände des Organes sind aus hohem, zylindrischen Epithel zusammengesetzt, und da die äußere Oberfläche des Tieres in der Umgebung des Cerebralorganes unbewimpert ist, so giebt es auch keine Wimpern im Innern des Kanales. Gerade wie bei den Nemertinen existiert eine unmittelbare Verbindung zwischen dem Cerebralorgane und dem Centralnervensysteme vermittelst eines starken Nerven, der das Epithel des Organes innerviert. An der Stelle der Verbindung des Nerven und des Cerebralorganes befindet sich eine Anzahl von Nervenzellen, die aber kein eigentliches Ganglion bilden. Die Meinung von Grube, dass wir es hier mit Haftorganen zu thun haben, ist unbegründet; es ist unzweifelhaft ein Sinnesorgan. Die weitere Beschreibung des *Rimacephalus* besagt ganz richtig: „Am Seitenrande, welcher eine ziemliche Dicke besitzt, bemerke ich bald hinter jeder Grube eine schwache Längsfurche oder Längsrinne von etwa 8 mm Länge. Augenpunkte sind bei dieser Form nicht vorhanden."

Nach der Art der Geschlechtsöffnungen ist der *Rimacephalus* eine wahre Triclade, da die weibliche und männliche Oeffnung zusammenfallen und sich hinter der Mundöffnung befinden, etwas von der Mitte des Körpers entfernt.

Die innere Organisation entspricht auch fast vollständig einem Tricladentypus: so führt die Mundöffnung in den Pharynx, der, wie

gewöhnlich, die Gestalt eines zylindrischen Muskelrohres besitzt, das sich nach außen herausstülpen kann. Der Darmkanal, der unmittelbar dem Pharynx folgt, besteht aus 3 Gastrokanälen: einem unpaaren, der in der Medianlinie nach vorn verläuft und aus zwei paarigen, die nach hinten ziehen; diese Kanäle besitzen seitliche Aeste, die entweder einfach, oder zweischenkelig sind. Am eigentümlichsten ist das Nervensystem: im Parenchym des Körpers, unter den bewimperten Längsstreifen, aber von diesen durch eine Quer- und Längsmuskulatur geschieden, verlaufen Längsstämme, die vorn im Kopfteile vermittelst einer breiten Querkommissur miteinander in Verbindung treten; diese Kommissur muss als Nervencentralorgan angesehen werden, obwohl sie kaum etwas Auffallendes und, in der Struktur, von den gewöhnlichen Nervenstämmen Abweichendes vorstellt: diese Kommissur giebt eine Anzahl von Nerven zu dem lappenähnlichen Vorderende des Tieres. Die Längsstämme sind ventral miteinander in regelmäßigen Abständen durch gut mit unbewaffnetem Auge bemerkliche Querkommissuren verbunden; nach außen geben die Längsstämme, ebenfalls in ziemlich regelmäßigen Abständen, Seitenäste ab, die gewöhnlich den Querkommissuren entsprechen. Betreffend den feineren Bau ist zu bemerken, dass alle Teile des Nervensystems aus feineren Fasern bestehen, in denen ziemlich spärlich kleine bi- und multipolare Ganglienzellen zerstreut sind. Etwas zahlreicher kommen solche Zellen an der Peripherie des Stammes und der Kopfkommissuren vor. Die Längsstämme zeigen eine eigentümliche Erscheinung: jeder Stamm besteht aus zwei unabhängigen Bündeln, die von einander durch eine bindegewebige Schicht getrennt sind. Der Längsstamm selbst ist von einer faserigen Schicht umgeben. Die Cerebralorgane werden von einem starken Nervenzweig, der von der Kopfkommissur abgeht, innerviert.

Die Geschlechtsorgane erscheinen bei dem *Rimacephalus* auch nach dem Tricladentypus beschaffen: es sind zwei seitliche, longitudinale Ovidukte, welche Eier von zwei in der Nähe der Nervenkommissur liegenden Keimstöcken zum Begattungsapparat ableiten: längs dieser Stämme kommen acinös-gebaute Dotterstöcke vor. Die männlichen Geschlechtsprodukte bestehen aus paarigen Hoden und Vasa deferentia; das Begattungsorgan ist sehr entwickelt und muskulös.

In der Nähe der großen Baikalinsel Olchon, die an seinem westlichen Ufer liegt und von diesem vermittels des sogenannten „kleinen Meeres“ geschieden ist, fand ich in großer Menge eine Süßwasser-Nemertine, deren systematische Stellung innerhalb der bekannten Nemertinen unklar bleibt; entweder ist sie eine Uebergangsform, oder durch das Süßwassermedium so modifiziert, dass sie die Verwandtschaft mit dieser oder jener Nemertinengruppe bereits verloren hat. Die bis jetzt bekannten Süßwasser-Nemertinen gehören zu der Gattung *Tetrastemma*. Die von mir gefundene unterscheidet sich von

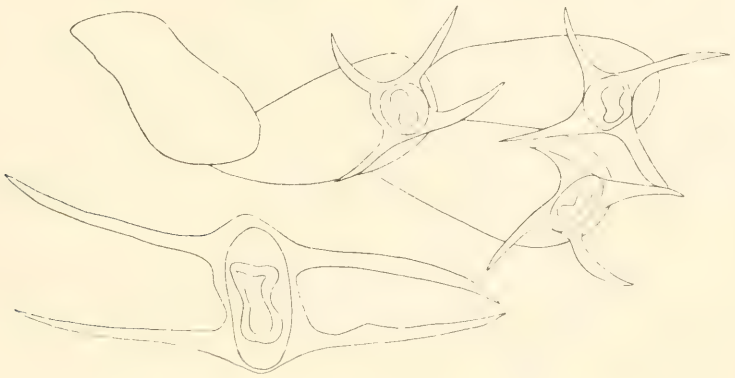
Tetrastemma und überhaupt von allen Metanemertinen durch den Mangel der Cerebralorgane und Augen. Im allgemeinen bilden die cerebralorganlosen Nemertinen die Gruppe der Mesonemertinen, die überhaupt nur zwei Gattungen enthält; beide haben keine Stilete, hingegen die von mir gefundene besitzt ein in der Art eines türkischen Säbels. Deswegen glaube ich, dass sie eine besondere Art vorstellen muss, die möglicherweise einen Uebergang von den Mesonemertinen zu den Metanemertinen bildet; diese Art bezeichne ich als eine „Baicalonemertes." Ihre Merkmale sind folgende: die Größe beträgt 10—15 mm. Der Körper hat eine schwach-gelbliche Farbe, und sowohl sein Vorder-, als auch sein Hinterende sind nicht verjüngt. Der Mund befindet sich unmittelbar hinter dem Gehirn. Der Rüssel öffnet sich am vorderen Ende und besitzt ein eigentümliches Stilet. Reservestilete und Reservestilettaschen fehlen. Keine Augen. Der Körper hat keine Cutis. Es scheint, dass die Baicalonemertes vivipar ist.

In No. 1 des XXI. Bandes des Biologischen Centralblattes ist eine Abhandlung meines verehrten Kollegen Prof. Josef Nusbaum aus Lemberg über eine Baikalpolychaete, die er als eine besondere Art „*Dybowscella baicalensis*" beschrieben hat, erschienen. Während meines Aufenthaltes habe ich diese *Annelide* mit Herrn Semenkewitsch in ungeheurer Menge gefunden. So war bei der Insel Olchon in einer Tiefe von 20—30 m der schlammige Boden vollständig mit den Röhrchen des Wurmes bedeckt. In bedeutender Anzahl fand sich die *Dybowscella* in der Bucht von Krugulik; bei einer unbedeutenden Tiefe (15—25 m) ist der Grund mit *Potamogeton* bewachsen und dieser Pflanze aufsitzend befanden sich auch Röhrchen dieser *Annelide*. Die von uns gefundene *Dybowscella* beschrieb Nusbaum als eine besondere Species — *D. Godlewskii*. Da Nusbaum mit der Beschreibung der *Dybowscella* beschäftigt war, als wir diese *Annelide* fanden, so überließ ich ihm diese Beschreibung. Ich möchte nur folgendes hinzufügen: Prof. Dybowski erzählte mir, wie auch dem Prof. Nusbaum, dass er unter dem Eis aus den Eiswuhnen (schon im Frühling, im Monat April) Trochophoren herausfischte, die er als Polychaetenlarven ansieht. Was für Trochophoren es waren, kann ich nicht gewiss sagen, jedenfalls gehörten sie nicht der *Dybowscella* an, da ich Ende Juli im Röhrchen der *Annelide*, unterhalb des darin befindlichen Wurmes schwach-orange gefärbte Eier fand, die eine unregelmäßige Furchung durchmachten und sich direkt ohne Metamorphose in längliche Larven verwandelten, welche das Mutterröhrchen verließen, um eine freie Existenz zu führen.

Im Baikalsee kommen verschiedene Mollusken vor, die von Dybowski als spezifisch für diese Fauna beschrieben wurden und deren Bestimmung in unserer Sammlung wir Herrn Professor Milaschewitsch zu verdanken haben. Diese Formen sind: *Baicalia angarensis* Gerstf.,

B. elata Dyb., *B. costata* Dyb., *B. oviformis* Dyb., *B. pulchella* Dyb., *B. carinato-costata* Dyb., *B. nana mihi*, *B. Dutherii* Dyb., *B. ciliata* Dyb, *B. carinata* Dyb., *Valvata baicalensis* Gerstf., *V. Grubii* Dyb., *Choanomphalus Maacki* Gerstf., *Hydrobia Martensiana* Dyb., *Benedictia fragilis* Dyb., *B. baicalensis* Gerstf., *Ancilus sibiricus* Gerstf. Außerdem sind noch von uns verschiedene, ganz europäische, Arten gefunden worden, die bis jetzt, sogar von Dybowski, nicht erwähnt wurden, nämlich folgende Gattungen: *Limnea*, *Fisa*, *Succinea*, *Planorbis*, *Sphaerium* und *Pisidium*. Die Arten der letzteren wurden von Milaschewitsch noch nicht bestimmt.

Die Süßwasserbryozoen scheinen im Baikal ziemlich reich repräsentiert zu sein, unter ihnen eine Form, die besonders die Aufmerk-



Echinella placoides.

samkeit des Beobachters auf sich lenkt. Die Kolonie dieser *Bryozoe* bildet Krusten, die rundliche Flecken von 15—25 mm im Durchmesser haben. Bei einer Analyse zeigt es sich, dass die Kolonie ein gemeinsames Centrum, welchem Ramifikationen aufsitzen, besitzt. Nach den übrigen Merkmalen ist es eine *Ctenosomide*, die in der Nähe der *Paludicella* placiert werden muss und der ich den Gattungsnamen „*Echinella placoides*“ geben werde. Das Zooecium ist verlängert und hat eine terminal gelegene Oeffnung. Die Cuticula des Körpers besteht aus reinem Chitin. Die Oeffnung des Zooeciums ist durch ein Diaphragma geschlossen, in dessen Mitte der ausstülpbare Teil eine 8-förmige Figur bildet. Am Rande des Diaphragmas sind vier große Stacheln fixiert, die der ganzen Kolonie ein rauhes Aussehen verleihen. Avicularien und Vibracularien sind nicht vorhanden. [40]

Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines „Atlantischen Palolo" und deren Bedeutung für die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf biologische Vorgänge. Zugleich eine Beleuchtung der darwinistischen Betrachtungsweise.

Von **Benedict Friedlaender.**

In meiner ersten Mitteilung über den Palolowurm [2] hatte ich schon den Wunsch ausgesprochen, dass bei andern Lebewesen ähnliche oder analoge Erscheinungen aufgefunden werden möchten. Damals war ich auch vollauf berechtigt, die Abhängigkeit des Palolo von den Mondphasen als eine ebenso sichere wie völlig rätselhafte Thatsache zu bezeichnen. Bald darauf wurde von Arrhenius [3] eine Abhandlung veröffentlicht, die, wie ich in meiner zweiten Notiz [5] hervorhob, allerdings geeignet erschien, auf die Palolofrage und zugleich auf andere Erscheinungen verwandter Art einiges Licht zu werfen. Auch jetzt noch ist die Arrhenius'sche Hypothese so ziemlich der einzige in Betracht kommende Erklärungsversuch. Allein schon in meiner zweiten Mitteilung [5] hatte ich Arrhenius auf Grund einer Anzahl sicher beglaubigter Palolotage einzuwenden gehabt, dass sich die Palolo nicht nach dem tropischen, sondern nach dem synodischen Monat, d. h. nicht nach der Deklination und der davon für jeden Beobachtungsort abhängigen Höhe des Mondes über dem Horizonte, sondern nach dem synodischen Monate, d. h. nach den Phasen zu richten scheinen; während nach der Arrhenius'schen Theorie das Gegenteil der Fall sein müsste. Das Nähere ist in meiner zweiten Notiz [5] nachzulesen.

Mein Wunsch, dass ähnliche Erscheinungen aufgefunden werden möchten, ist nun inzwischen wenigstens in einem eklatanten Falle in Erfüllung gegangen. Herr Alfred Goldsborough Mayer [8] veröffentlicht eine Abhandlung über einen „Atlantischen Palolo", dem er den Namen *Staurocephalus gregaricus* gegeben hat. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass es sich hier nicht nur um einen analogen, sondern auch um einen selbst in vielen Einzelheiten ganz ähnlichen Fall handelt. Auch hier schwärmt ein *Meeresannelid* plötzlich in großen Mengen aus; auch hier geschieht dies zum Zwecke der Fortpflanzung; auch hier treten die Schwärme früh morgens vor Sonnenaufgang auf, und, was von allem das Interessanteste ist, an einem Tage, der ziemlich genau mit dem des dritten Viertels zusammenzufallen scheint. Der Fundort ist eine der sogenannten Dry Tortugas Islands südwestlich von der Südspitze Floridas, ungefähr einen Grad nördlich vom nördlichen Wendekreise. Der Monat, in dem der Atlantische Palolo schwärmt, ist der Juli, was im Vergleiche mit Samoa, besonders wenn man den November für den pacifischen Palolo als

den Hauptmonat ansieht, gleichfalls astronomisch ziemlich gut zusammentrifft; denn in Samoa passiert die Sonne nach dem Quasi-Winter in den letzten Tagen des Oktober oder den ersten des November zum erstenmale den Parallelkreis, d. h. erreicht das Minimum ihrer Zenithdistanz; was für jene Insel bei Florida, Loggerhead Key, im Juni der Fall ist, wo sich die Sonne dem Zenith bis auf etwa einen Grad nähert. Im Jahre 1898 trat der Schwarm des von Mayer entdeckten Wurmes am 9. Juli auf, während das letzte Mondesviertel am 10. stattfand; am 8. Juli und am Tage des Viertels selbst gab es nur wenige Würmer. Im Jahre 1899 fiel das letzte Mondesviertel auf den 29. Juni, ein besonders starker Schwarm wurde am 1. Juli beobachtet, während am 2. Juli nur wenige vorhanden waren. Da nun ferner, was sehr wichtig ist, Herr Mayer jeden Morgen in der Frühe auszufahren pflegte, so bezeichnet er es als sicher, dass im Jahre 1898 zwischen dem 25. Juni und dem 19. August, sowie dass im Jahre 1899 zwischen dem 17. Mai und dem 4. Juli keine andern Schwärme aufgetreten sind. Endlich hat Herr Mayer in dem Exemplar seiner Arbeit, das er mir zuzusenden die Freundlichkeit hatte, noch handschriftlich eingetragen, dass im Jahre 1900 das dritte Mondesviertel auf den 18. Juli fiel, während das Ausschwärmen am Morgen des 19. stattfand. Die Einzelheiten möge der sich dafür interessierende Leser im Originale nachlesen; hier aber sollen an die Arbeit des Herrn Mayer in zoologischer Hinsicht, sowie auch besonders im Hinblicke auf die biologische oder physiologische Hauptfrage einige Bemerkungen geknüpft werden.

Gleich bei der ersten Durchsicht seiner Beschreibung und seiner Abbildungen stieg in mir die Vermutung auf, dass Herrn Mayer insofern ein Versehen passiert sein möchte, als er, wie ich glaube, bei den schwärmenden Würmern das Hinterende für das Vorderende gehalten und das wirkliche Vorderende des geschlechtsreifen Wurmes überhaupt nicht gesehen hat. Dieses mag dann, ähnlich wie bei dem pacifischen Palolo, wohl gar nicht an der Oberfläche des Wassers erscheinen. Meiner Sache sicher bin ich nicht und kann es, ohne Kenntnis des Materials, auch nicht wohl sein; ich möchte nur Herrn Mayer oder andere, denen das Material zugänglich ist, bitten, dasselbe darauf hin noch einmal durchzusehen. Sollte sich meine Vermutung bestätigen, so würde natürlich auch die Gattungsbestimmung *Staurocephalus* geändert werden müssen: denn sie wäre darauf basiert, dass man die Analanhänge für die Kopfcirrhen gehalten hätte. Übrigens ist eine solche Verwechslung, trotz ihrer Komik, leichter möglich und verzeihlicher, als man denken mag. Hat man doch beim pacifischen Palolo andauernd die Bauch- und Rückenseite miteinander verwechselt; erst Spengel hat dies in Ordnung gebracht, was dann freilich Spätere doch nicht hinderte, dieselbe Verwechslung von neuem

zu begehen. Das Hinterende als das Kopfende beschrieben hat beim pacifischen Palolo meines Wissens wohl niemand, wohl aber ist man bekanntlich mit falschen, d. h. gar nicht zu der betreffenden Species gehörigen Köpfen zur Hand gewesen. Meine Vermutung kann ich hier nicht in aller Ausführlichkeit begründen und beschränke mich auf folgendes. In dem vermeintlichen Kopfende (das ich also für das Hinterende zu halten geneigt bin) vermisse ich in der Beschreibung und den Abbildungen (Pl. I, Fig. 9) das Oberschlundganglion; freilich könnte die Abbildung von einem Schnitte herrühren, auf dem das Oberschlundganglion nicht getroffen ist. Ferner aber vermisse ich an den vermeintlichen Köpfen die Kieferzähne. Der Wurm aber hat sehr ansehnliche Kiefern, was wir daher wissen, dass Herr Mayer den Wurm aus Eiern aufgezogen hat bis zu einem Stadium, in dem fünf Paar Parapodien vorhanden waren; bei diesen jungen und sicherlich kompleten Würmern war eine Verwechselung von vorn und hinten ausgeschlossen und man weiß sicher, wo und was der Kopf ist. Nun zeigt dieser sehr deutliche Kieferzähne, so dass man sich vergebens fragt, wo diese denn bei den schwärmenden Würmern oder deren vermeintlichen Köpfen geblieben sind. Auch haben die jungen Würmer Analanhänge, die mit den vermeintlichen Fühlern des erwachsenen Wurms eine immerhin verdächtige Aehnlichkeit haben, während die Köpfe des jungen Wurms keine Spur von Aehnlichkeit mit den vermeintlichen Köpfen des erwachsenen, schwärmenden Wurms aufweisen. Endlich haben die ersten Figuren auf Tafel I, welche den schwärmenden Wurm im Stadium des Zerbrechens und der Entleerung der Geschlechtsprodukte darstellen, eine so außerordentlich große Aehnlichkeit mit dem pacifischen Palolo, dass ich sie ohne weiteres für eine ziemlich gute Abbildung des letzteren halten würde, wenn es mir frei stünde, die angeblichen Köpfe für die wirklichen Schwänze und die Stelle, wo angeblich das Hinterende abgebrochen ist, für die Stelle zu halten, an der in Wahrheit das Kopfende gesessen hat. Herr Mayer giebt an, dass eine Anzahl der vordersten Segmente (die ich also für die hintersten halte) keine Geschlechtsprodukte enthalte. Auch bei dem pacifischen Palolo ist, wie ich mich jetzt zu erinnern glaube, eine Anzahl der letzten Segmente leer, d. h. ohne Eier oder Sperma. Ich habe mein Material nicht zur Hand; ich bin aber meiner Sache sicher, dass es entweder für den Palolo zutrifft, oder aber für denjenigen der Palolobegleiter, den ich schon in Samoa als wahrscheinlich vom echten Palolo unterschieden erkannt und daher in den Notizen zu meinem Material als „Pseudopalolo"[1]) provisorisch bezeichnet

1) Ich benutze diese Gelegenheit, betreffs der Pseudopalolo folgendes nachzutragen. Diese Annelidenbruchstücke sind von mir schon in Samoa entdeckt worden. Als ich Herrn Ehlers mein Material im Herbst 1898 behufs systematischer Bearbeitung nach Göttingen sandte, gab ich demselben einen aus-

hatte. Ich habe mein Palolomaterial samt Notizen und mit besonderer Hervorhebung der Palolobegleiter und besonders der Pseudopalolo an Herrn Ehlers geschickt, der dann die von mir als Pseudopalolo bezeichneten Formen in der That als eine besondere Art erkannt hat [4]. Der Kopf und damit die Gattungszugehörigkeit des Pseudopalolo ist uns nicht bekannt. Also entweder bei diesen oder aber bei den echten Palolo, oder bei beiden sind eine Anzahl der letzten Segmente, nach meiner Erinnerung etwa 1—2 cm, frei von Geschlechtszellen; ich habe das bisher zu erwähnen vergessen, wie ich ja denn überhaupt die systematische Beschreibung Herrn Ehlers überlassen habe. Auch in dieser Beziehung würde demnach der Mayer'sche Wurm mit dem echten Palolo oder dem Pseudopalolo übereinstimmen. Alle diese Gründe sind freilich nicht beweisend, denn die genannten

führlichen erläuternden Brief mit. In diesem, wie auch in der sich daran anschließenden Korrespondenz habe ich auf die Pseudopalolo wiederholt und ausdrücklich aufmerksam gemacht und bereits die Vermutung ausgesprochen, dass es sich um eine verwandte, aber doch specifisch verschiedene Art handeln könne; wie ich dies bereits in dem schon damals, in meinen Briefen an Herrn Ehlers angewandten, provisorischen Namen „Pseudopalolo“ zum Ausdruck gebracht habe. Von meinen brieflichen Mitteilungen hat Herr Ehlers [4] nichts erwähnt. Da ich damals glaubte, dass es sich um eine Vergesslichkeit des Herrn Ehlers handele, so begnügte ich mich, besonders auch in Anbetracht der Geringfügigkeit des Gegenstandes, in meiner zweiten Mitteilung (5, p. 266/7) den Sachverhalt ganz kurz und in möglichst schonender Form aufzuklären, wobei ich auch Gelegenheit nahm, die Ehlers'sche Beschreibung der Pseudopalolo in einem Punkte zu verbessern. Aber auch in seiner letzten Notiz, dem Göttinger Akademieberichte vom 9. Febr. 1901, erwähnt Herr Ehlers den Pseudopalolo wiederum in der Form, als ob er und nicht ich denselben in meinem Material entdeckt hätte. Ich würde nun, da es sich doch nur um eine Kleinigkeit handelt, das nicht nochmals gerügt haben, wenn nicht meine wissenschaftlichen Ansprüche auch im übrigen von Herrn Ehlers in ungerechter Weise herabgesetzt würden, nämlich durch die Zusammenstellung meiner ersten Mitteilung mit der Notiz des Herrn Krämer; wo es doch nunmehr feststeht, dass ich, abgesehen von der Entdeckung des Herrn Mayer und der systematischen Arbeit des Herrn Ehlers nicht nur der Erste, sondern bisher auch der Einzige bin, durch den die Palolofrage seit den früheren, von Collin (1) zusammengestellten Beobachtungen, durch wirklich erhebliche und zutreffende neue Beiträge gefördert worden ist, während in der Krämer'schen Arbeit überhaupt fast nur Irrtümer enthalten sind. Ich nehme also hiermit die Entdeckung auch der von mir sogenannten Pseudopalolo, die Herr Ehlers (4) näher beschrieben hat, ausdrücklich für mich in Anspruch, trotz der formellen Publikationspriorität des Herrn Ehlers: da dieser meine brieflichen Informationen benutzt hat, ohne derselben Erwähnung zu thun. Ich bedauere, dass ich wiederum persönliche Dinge vorbringen muss: allein wer auch immer die Entwicklung der Angelegenheit aufmerksam und unparteiisch verfolgt hat, der weiß, dass und wie ich durch das Verhalten anderer dazu gezwungen worden bin.

Bedenken könnten sich vielleicht noch in einer anderen Weise aufklären; immerhin dürfte sich eine erneute Durchsicht des Materials lohnen.

Uebrigens scheint Herrn Mayer nur meine erste Notiz über den Palolo, nicht aber meine späteren (5, 6, 7), noch auch die Ehlers'sche Bearbeitung meines Materials (4) bekannt gewesen zu sein; denn er erwähnt nur meine erste Notiz, die doch durch die späteren in manchen Richtungen ergänzt und verbessert worden ist: und er giebt dem pacifischen Palolo noch den alten, nunmehr von Ehlers ganz offiziell kassierten Namen Lysidice oder Palolo. Das rein Zoologische können wir aber hier auf sich beruhen lassen; ob *Staurocephalus* oder nicht, jedenfalls richtet sich die Fortpflanzung des von Herrn Mayer entdeckten Wurms nach der Mondphase und zwar in einer ganz ähnlichen Weise, wie das beim pacifischen Palolo der Fall ist. Eine genaue Diskussion der Schwarmtage des atlantischen Palolo, nach Art der von mir für den pacifischen Palolo angestellten, dürfte noch nicht lohnen, da die Zahl der bisher bekannten Tage zu gering ist. Immerhin ergeben sich aber aus den Entdeckungen des Herrn Mayer einige wichtige Folgerungen. Es beziehen sich diese auf die Behandlungsweise des Problems, zweitens auf die Arrhenius'sche Hypothese und drittens auf die von mir von Anfang an bekämpfte Vorstellung, als ob die Gezeiten zu einer Erklärung des Phänomens hinreichend sein möchten.

Was nun den ersten Punkt betrifft, so hebe ich hervor, dass ich mit den nun folgenden Ausführungen nicht Herrn Mayer treffen möchte, sondern die ganze einstweilen bei den meisten noch herrschende Richtung, der Herr Mayer zu seinem Schaden folgt, die er aber nicht repräsentiert: so dass sich das Folgende nicht gegen Herrn Mayer, sondern gegen etwas sehr viel Allgemeineres und Verbreiteteres richtet. Es thut mir sogar leid, dass ich dies im Anschluss an die an sich sehr schöne Entdeckung des Herrn Mayer vorbringe: ich würde es nicht thun, wenn sich nicht jener Fall als ein ganz hervorragend lehrreiches, ja geradezu typisches, abschreckendes Beispiel darstellte.

Es ist nämlich ein in solcher Reinheit und Schönheit doch nur selten vorkommendes Musterbeispiel für die Schädlichkeit der einseitig darwinistischen, ehemals modernen, jetzt aber doch glücklicherweise schon beinahe „veralteten" Betrachtungsweise. Es zeigt zur vollkommenen Evidenz, wie die schulmäßige darwinistische Betrachtungsweise die wirkliche Aufklärung nicht nur nicht fördert, sondern ihr positiv entgegenarbeitet, ja von vornherein im Wege steht, indem sie schon die bloße richtige Fragestellung verhindert. Herr Mayer weist zunächst darauf hin, dass die fragliche „Fortpflanzungsgewohnheit" für die Art von Vorteil sei; eine auch nach unserer Ansicht vollkommen zulässige, jedenfalls harmlose und vielleicht sogar nützliche

Betrachtung. Im Anschluss daran heißt es aber auf Seite 11 in deutscher Uebersetzung folgendermaßen:

„Es ist wahrscheinlich, dass *Staurocephalus gregarius* und *Palolo viridis*“ — (was also jetzt *Eunice viridis* heißen muss) — „unabhängig ganz ähnliche Fortpflanzungsgewohnheiten durch ähnliche Einflüsse der natürlichen Zuchtwahl erworben haben; obwohl man noch die Möglichkeit zugeben muss, dass beide Würmer von einem entfernten gemeinsamen Vorfahren abstammen, der solche Fortpflanzungsgewohnheiten besaß.“

Es bildet dies gleichsam den Schluss der Abhandlung, denn es folgt nun nur noch eine tabellarische Uebersicht über Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten des pacifischen und des atlantischen Palolo. Wir dürfen also wohl in jenen Worten die theoretische Glosse vom darwinistischen Standpunkte zu der Palolofrage erblicken; sie ist es in der That. (Fortsetzung folgt.)

Wahrnehmungsvermögen einer Libellenlarve.

Von **Frau Maria Sondheim** in Frankfurt a/M.

Im Frühling 1899 fand ich in meinem Aquarium eine Larve von *Aeschna grandis L.*, die wohl mit einem Glase Schlamm und Wasser, ohne dass ich es bemerkt hatte, hineingeschüttet worden war. Anfänglich war die Larve außerordentlich scheu und hielt sich meist im Sande oder zwischen Algen versteckt auf, so dass es mir nur selten gelang, sie zu Gesicht zu bekommen. Trat ich abends, wenn das Zimmer dunkel war, rasch mit dem brennenden Licht ans Aquarium, so fand ich sie meist auf dem Boden des Behälters sitzend, doch schoss sie bei meinem Kommen sofort in ihr Versteck zurück. — Im Laufe der Monate verlor sich diese Scheu mehr und mehr, und allmählich bewegte sie sich, unbekümmert um meine Annäherung, im Aquarium frei umher. Ich schenkte ihr lange Zeit keine weitere Beachtung mehr, bis ich im März d. J. 1900 wieder auf sie aufmerksam wurde, als ich eine *Planorbis* aus dem Aquarium entfernen wollte, und die Larve pfeilschnell auf die schon in der Pinzette befindliche Schnecke zuschoss, den Fangapparat nach ihr werfend. Ich hielt ihr nun mit der Pinzette geschabtes rohes Fleisch hin: nach einigem Zaudern schnappte sie danach, doch verweigerte sie bei weiteren Versuchen in den nächsten Tagen öfters die Annahme. Mehr Glück hatte ich, als ich anfing ihr lebende Fliegen zu reichen. Je größer die Fliege, je lebhafter ihre Bewegungen, desto rascher wurde sie ergriffen und verspeist. Als im Sommer die Fliegenmenge zunahm, fraß die Larve oft 4—5 an einem Tage. Außerdem war alles Lebende im Aquarium, mit Ausnahme einiger kleiner Gehäuseschnecken, ihr zum Opfer gefallen: selbst eine Kaulquappe fand ich, wenige Minuten nachdem ich sie ins Aquarium gesetzt, zerstückelt in ihren Zangen vor.

Ich beobachtete, wie die Larve unter dem Einfluss der täglichen Fütterungen anfing, auf meine Bewegungen zu reagieren. Erst wandte sie nur den Kopf nach der Stelle, wo ich die Pinzette ins Wasser tauchte,

später kam sie schon zu mir heran, wenn ich nur ans Aquarium trat, indem sie an den Wasserpflanzen heraufkletterte, und allmählich hatte sie so vollständig alle Scheu verloren, dass sie, sowie ich den Finger an die Oberfläche des Wassers brachte, heraufkam und nach ihm schnappte; sie hing dann so fest am Finger, dass man sie aus dem Wasser nehmen konnte. Einmal hielt ich ihr eine Fliege zwischen den Fingern der linken Hand so hin, dass sie sie nicht erreichen konnte, ohne auf die dazwischen gehaltene rechte Hand zu klettern. Nach einigen Augenblicken entschloss sie sich denn auch zu diesem Unternehmen, verließ das Vallisnerienblatt, auf dem sie saß, kroch auf meinen Zeigefinger, von dem aus sie die Fliege ergreifen konnte und verzehrte sie dort, ohne sich stören zu lassen, trotzdem ich sie auf meiner Hand durch das ganze Aquarium hin- und herbewegte.

Anfangs Mai fand ich zum erstenmal eine abgeworfene Haut neben der Larve am Glase hängen und 4 Wochen später eine zweite. Die Flügelanlagen waren nun vollständig entwickelt und das Tier hatte an Größe und Umfang bedeutend zugenommen, so dass ein baldiges Ausschlüpfen der Libelle zu erwarten war. — Verschiedene Versuche, die ich im Laufe der folgenden Wochen machte, um das Vorhandensein eines Gehörvermögens zu konstatieren, blieben insofern erfolglos, als plötzlich hervorgebrachte laute Töne ohne jede Wirkung auf sie blieben, auch auf starkes Klopfen am Glase reagierte sie nicht, wenn es außerhalb ihrer Sehweite geschah. Aber damit ist allerdings noch kein Beweis gegen ihr Hörvermögen erbracht, da all diese Geräusche in keinerlei Beziehungen zu den Lebensbedürfnissen der Larve standen. Von dem Vorhandensein eines guten Sehvermögens hatte ich dagegen täglich genügend Gelegenheit mich zu überzeugen. Ich bin oftmals am Aquarium hin- und hergegangen, die Larve folgte mir immer nach, wenn auch langsam. Und noch viel auffälliger war dies, wenn ich mich am Klavier befand, das ungefähr einen Meter weit vom Aquarium entfernt ist. Hatte ich etwa 10 Minuten lang dort gesessen, so konnte ich mit fast absoluter Sicherheit erwarten, die Larve an der mir zunächst befindlichen Schmalseite des Aquariums zu finden. Dort saß sie dann oft eine Stunde lang dicht am Glase, den Kopf mir zugewandt, fast unbeweglich. Kein einziges Mal entfernte sie sich während meiner Anwesenheit so weit, dass sie mich aus dem Gesicht verloren hätte, wohl aber fand ich regelmäßig, dass kurz nach meinem Weggehen auch sie ihren Platz verlassen hatte.

Ende Juni wurde das Tier immer schwerfälliger und langsamer in seinen Bewegungen, es hielt sich meist dicht an der Oberfläche des Wassers auf, eines Morgens fand ich es sogar mit dem Kopf halb außerhalb desselben, als ich es aber mit einer Fliege berührte, tauchte es, ohne die Fliege zu nehmen, wieder unter, den Kopf nach unten gewandt, und blieb den ganzen Tag bewegungslos in dieser Stellung. Die Puppe stand offenbar vor dem Ausschlüpfen. Leider musste ich verreisen, und durch einen unglücklichen Zufall kam das Tier abhanden. Sonst wäre es von Wichtigkeit gewesen, nun zu prüfen, ob auch das ausgeschlüpfte Tier das Futter aus der Hand nimmt, ob es auch solche Beweise von Wahrnehmungs- und Gedächtnisvermögen giebt, und besonders, ob solche Gedächtniseindrücke von der Larve oder Puppe auf die Libelle übergehen.

Seit einigen Wochen befindet sich wieder eine Libellenlarve in meinem Aquarium, doch habe ich bei ihr noch nicht viel Erfolg mit meinen

Fütterungsversuchen gehabt. Fast immer, wenn ich ihr eine Fliege bringen will, schießt sie davon und verbirgt sich; nur einige wenige male ist es mir mit Anwendung von großer Geduld und Vorsicht gelungen, sie zur Annahme zu bewegen. Ich fürchte, dass ich bei ihr nicht viel erreichen werde, da sie schon ziemlich weit entwickelt ist und ihr infolgedessen wohl nicht viel Zeit mehr bleiben wird, sich an die neuen Verhältnisse zu gewöhnen. [39]

K. Knauthe, Die Karpfenzucht.

Neudamm, 1901. Klein 8°. 389 S. 53 Abbildungen, brosch. 7 Mk.; geb. 8 Mk.

Das vorliegende, in dem rührigen Verlage von J. Neumann erschienene Buch soll, wie der Titel besagt, eine „Anleitung zum praktischen Betriebe unter Berücksichtigung der neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen" sein; in Wirklichkeit enthält es viel mehr, nämlich eine Fülle von anregenden Bemerkungen und Ratschlägen zur Hebung unserer Teichwirtschaft im allgemeinen auf Grund der außerordentlich wertvollen Untersuchungen, welche Zuntz und seine Schüler über den Kreislauf der Stoffe im Süßwasser seit einer Reihe von Jahren ausgeführt haben. In derartigen Studien über den Einfluss des Untergrundes auf das Teichwasser, über die Abhängigkeit der Planktonorganismen von den im Wasser gelösten Salzen und über die Bedeutung der Algen für den Sauerstoffgehalt liegen die Wurzeln einer zukünftigen Limnokulturchemie, welche ebenso die Grundlage einer rationellen Teichwirtschaft werden wird, wie es die Agrikulturchemie für die Landwirtschaft seit Liebig geworden ist. Der allgemeine Biolog, welcher den Zusammenhang der organischen Phänomene mit der Welt des Anorganischen zu erkennen sucht, wird das Buch mit Vergnügen lesen, da auf Grund zahlreicher Analysen die Abhängigkeit des Karpfens hinsichtlich des Wachstums, der Ernährung, der Atmung, der Ueberwinterung von den äußeren Faktoren (Temperatur, Salz- und Gasgehalt des Wassers etc.) nachgewiesen wird. Eine große Schar von Mitarbeitern, Gelehrten wie Praktikern, haben dem Verfasser ihre Erfahrungen zur Verfügung gestellt und einige Kapitel sind von diesen niedergeschrieben worden. Kap. I behandelt die Zucht des „kaltblütigen Haustieres" im allgemeinen, namentlich die Einrichtung der verschiedenen Teiche zum Heranwachsen, Ueberwintern, Laichen etc. Kap. II von Dr. E. Walter-Lankwitz untersucht die verschiedenen Rassen des Karpfens: Spiegel- und Lederkarpfen gelten nicht als besondere Rassen, da sie überall auftreten können. Ebensowenig ist Schnellwüchsigkeit das Monopol der Galizier und Böhmen, sondern lässt sich den verschiedensten Rassen anzüchten. Walter unterscheidet die Rassen nach dem Verhältnis der Höhe (= 1) zur Länge: I. Kulturrassen 1 : 2 bis 1 : 3. 1) hochrückige 1 : 2 bis 1 : 2,6; hierher die Aischgründer und die Galizische Rasse. 2) breitrückige 1 : 2,61 bis 1 : 3: hierher die Fränkische und die Böhmische Rasse. II. Primitive oder auch degenerierte Rassen 1 : 3,01 bis 1 : 3,6; hierher der Flusskarpfen und *Cyprinus hungaricus*. In Kap. III erörtert derselbe Mitarbeiter die Altersbestimmungen des Karpfens nach der Schuppe, welche zweckmäßig der Mitte der Seitenlinie entnommen werden: im allgemeinen stimmt die Zahl der Felder einer Schuppe mit derjenigen der Jahre überein, Ausnahmen und Unregelmäßigkeiten sind aber nicht selten. Kap. IV be-

handelt die Nebenfische, welche mit Nutzen im Karpfenteich gezüchtet werden können: Regenbogen-, Bachforelle, Saibling, Hecht, Zander und Forellenbarsch, von denen der letztere namentlich zur Vernichtung der Kaulquappen sich eignet. Das nächste Kapitel ist der „Methode von E. Walter zur biologischen Bonitierung von Fischteichen“ gewidmet. Sie besteht in der quantitativen Bestimmung des Gehaltes an Planktonorganismen, von denen der Karpfen hauptsächlich lebt. Kap. VI ist meines Erachtens das wichtigste des ganzen Buches, denn in ihm wird die Düngung der Teiche und die Methode von Zuntz zur Vermehrung der Mikroorganismen geschildert. Durch eine rationelle Düngung lässt sich der Ertrag von Fischfleisch enorm steigern, bis auf das zwanzigfache und mehr des ursprünglichen Wertes. Hierzu gehört die Vernichtung der groben Flora, welche zu viel an Nährsalzen für sich beansprucht, und die Zufuhr der nötigen wasserlöslichen Mineralien, von deren Vorhandensein das Gedeihen der Planktonpflanzen und damit dasjenige der Crustaceen abhängt. Die Zuntz'sche Methode besteht darin, eine Anzahl filtrierter Wasserproben mit bestimmten Salzen zu versehen und dann zu beobachten, in welcher sich die Algen und Daphnien am besten entwickeln. So erkennt man, welche Salze dem Teiche fehlen und kann sie dann in entsprechendem Verhältnisse zusetzen. Bei der künstlichen Fütterung des Karpfens (Kap. VII) ist die Wassertemperatur zu berücksichtigen, da unter 14° C. fast gar kein Futter aufgenommen wird. Das Optimum hierfür ist bei ca. 25°. Für die Ueberwinterung ist es sehr wichtig, das nötige Material an Glykogen und Fett vorher künstlich anzumästen, denn, wenn dieses nicht genügend vorhanden ist, so zehrt der Fisch an seinem Muskelfleisch. Da nun 10 gr Fleisch zur Krafterzeugung erst soviel leisten wie 1 gr Fett, so tritt hierbei rasch ein erheblicher Gewichtsverlust ein. Die folgenden Kapitel behandeln die Nahrungskonkurrenten des Karpfens, das Abfischen der Teiche und die Ueberwinterung, die Verunreinigung der Gewässer — aus der Feder von Dr. W. Cronheim — und die Vorbeugungsmaßregeln der Fischkrankheiten. Ein genaues Inhaltsverzeichnis bildet den Schluss des inhaltreichen Werkes, dessen Lektüre ich den Praktikern und Biologen warm empfehlen kann. **L. Plate,** Berlin. [55]

Berichtigung zu dem Aufsatze:

„Schwebeflora der Schweizerseen“.

Bd. XXI. Nr. 7 und 8.

1. Herr Dr. Burckhardt macht mich aufmerksam, dass in seiner Arbeit „Zooplankton“ etc. der Lac des Brenets nicht zu verwechseln sei mit dem Lac Brenet, in welchen sich der Joux-See ergießt. Ich hatte mich an seine hydrographischen Angaben S. 362 und an den Umstand gehalten, dass in der angeführten Arbeit die Planktonlisten des Lac des Brenets und des Lac de Joux nacheinander angeführt sind. Der Lac des Brenets im Kanton Neuenburg hat keine Verbindung mit dem Lac de Joux, und so bitte ich, meine Bemerkungen über die Vergleiche dieser beiden Seen auf S. 235 und 246 zu streichen.

2. S. 246 ist statt 1899 die Zahl 1900 zu setzen.

Hans Bachmann.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Juni 1901.** **Nr. 11.**

Inhalt: **Galeotti**, Ueber die Wirkung kolloidaler und elektrolytisch dissoziierter Metalllösungen auf die Zellen. — **v. Wagner**, Von den Spielen der Tiere. — **Eimer** nach **Fickert**: Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schwimmvögeln nach deren Zeichnung dargestellt. — **v. Linden**, Untersuchungen über die Zeichnung und Färbung von Arthropoden. — **Biedermann**, Ueber den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer. — **Friedlaender**, Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines „Atlantischen Palolo" und deren Bedeutung für die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf biologische Vorgänge. Zugleich eine Beleuchtung der darwinistischen Betrachtungsweise. — **v. Lendenfeld**, Eine Bemerkung über Aquariendeckel. — Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Ueber die Wirkung kolloidaler und elektrolytisch dissoziierter Metalllösungen auf die Zellen.

Von **G. Galeotti.**

(Aus dem Laboratorium für allgemeine Pathologie der Universität Cagliari.)

Allgemein bekannt sind die Untersuchungen Nägeli's über die sogenannten oligodynamischen Erscheinungen in lebenden Zellen[1]). Er beobachtete, wenn er gewisse für die Algen giftige Lösungen außerordentlich verdünnte und die Algen in denselben hielt, in letzteren gewisse Schädigungen, welche vorzüglich darin bestanden, „dass die Chlorophyllbänder von dem Plasmaschlauche, der vorerst noch genau in seiner ursprünglichen wandständigen Lage bleibt, sich ablösen, verkürzen und zusammenballen, wobei die Zelle ihren Turgor vorerst noch behält".

Die Gifte, welche Nägeli anwandte, waren anfangs einige Silber- und Quecksilbersalze, dann einige Metalle, Cu, Ag, Pb, Zn, Fe, Hg, die im Wasser in unendlich kleinen Mengen aufgelöst waren, denn es genügte, ein Stückchen dieser Metalle einige Zeit in eine große Wassermenge zu legen, damit dies Wasser oligodynamische Eigenschaften zeigte.

1) Nägeli, Ueber die oligodynamischen Erscheinungen an lebenden Zellen. Neue Denkschriften der allg. schweiz. Gesellschaft für die gesamt. Naturwiss. Bd. XXXIII. Abt. 1.

Nägeli findet einen fundamentalen Unterschied zwischen der chemischen Giftwirkung und der oligodynamischen Wirkung: während es nämlich bei den chemischen Vergiftungen immer eine tötliche Minimaldosis gebe, jenseits welcher keine Vergiftung mehr erkennbar sei, könne bei der zweiten Wirkungsart die Menge des Giftes so klein sein, dass man nicht mehr an chemische Bindungen zwischen dem Gift und dem Protoplasma glauben könne, sondern das erstere wirke allein durch seine Anwesenheit. Ueberdies seien die morphologischen Veränderungen, die in vergifteten Zellen auftreten, in beiden Fällen verschieden. Analoge Untersuchungen wurden neuerdings von Israel und Klingmann[1]) ausgeführt, welche u. a. als oligodynamische Lösung destilliertes Wasser verwandten, in das sie für kürzere oder längere Zeit Kupferbleche gelegt hatten. Die Veränderungen, die an Spirogyrazellen auftreten, wenn man sie in solche Flüssigkeit bringt, werden von den genannten Autoren als Plasmoschisis bezeichnet und bestehen in „Spaltung der Protoplasten, Zerreissen der Protoplasmastränge, Zusammenballen der Chromatophoren". Meiner Meinung nach sind diese Veränderungen ein Anfangsstadium der Plasmolysis, welche den endgiltigen Zustand darstellt, den tote Spirogyrazellen zeigen, wenn sie sich in einer hypotonischen Lösung befinden.

Die Plasmoschisis (σχίσις = Spaltung, Trennung) ist die unmittelbare Folge des Eindringens von Wasser in die Zelle, wenn sich nämlich der osmotische Druck ausgleicht und die umgebende Flüssigkeit hypotonisch war. Aber der Turgor, der für die Plasmoschise charakteristisch ist, verschwindet, wie Klemm[2]) nachwies, sobald in den Zellen Anzeichen von Zersetzung beginnen, vor Auflösung (λύσις) der Protoplasmamembranen, so dass dann alle Zellbestandteile (Protoplasten, Chromatophoren, Kern) zu einer amorphen Masse mitten in der Zelle zusammenfließen[3]). Es erscheint seltsam, dass Spirogyrazellen in allerreinstem destilliertem Wasser viele Tage ungeschädigt bleiben können, während doch ihre Zellsäfte sicherlich eine beträchtliche Konzentration besitzen. Vermutlich hängt dies davon ab, dass die Protoplasmamembran, so lange sie lebt, mittelst ihrer eigentümlichen Fähigkeiten dem Ausgleich des osmotischen Druckes widersteht; aber sobald die Vitalität dieser Membran abnimmt, wird sie eine einfache, halbdurchlässige Membran und der Ausgleich des osmotischen

1) Israel und Klingmann, Oligodynamische Erscheinungen (v. Nägeli) an pflanzlichen und tierischen Zellen. Virchow's Archiv, 1897, Bd. 127.

2) Klemm, Pringsheim's Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. XXVIII, S. 627.

3) Man muss diese Form der Plasmolyse, die in hypotonischen Lösungen eintritt, von jener unterscheiden, die in einer Verdichtung der Protoplasten besteht und die von Nägeli, Pringsheim, Pfeffer, de Vries, Klebs bei Pflanzenzellen beschrieben wurde, die in recht konzentrierte Lösungen gebracht waren.

Druckes tritt mit allen seinen Folgeerscheinungen ein. Etwas ähnliches konnte ich auch an verschiedenen tierischen Zellen, besonders an Spermatozoen nachweisen, die ich für einige Zeit in anisotonische Flüssigkeiten gebracht hatte[1]).

So hängen die Erscheinungen der Plasmoschise und die später eintretenden der Plasmolyse, wie sie bei vergifteten Spirogyrazellen sich zeigen, unmittelbar von osmotischen Vorgängen und nur mittelbar von der giftigen Substanz ab. Gleichwohl sind diese Erscheinungen ein vortreffliches Merkmal für den Zeitpunkt, in welchem das Protoplasma von dem Gift angegriffen wird.

Meine vorliegenden Untersuchungen müssen also zum Teil als eine Fortsetzung jener von Nägeli und von Israel und Klingmann angesehen werden, insofern auch ich festzustellen suchte, wie die oligodynamischen Erscheinungen an Spirogyrazellen in Lösungen von metallischem Kupfer sich in Bezug auf die Zeiten und die Konzentration verhielten; eine Konzentration freilich, die bei den früheren Untersuchungen, da die angewandten Lösungen durch Eintauchen einer Kupferplatte in destilliertes Wasser dargestellt waren, in ihrer wahren Größe unbekannt geblieben war. Es gelang mir, indem ich die Möglichkeit, Lösungen von reinem Kupfer in reinstem Wasser nach der Methode von Bredig[2]) herzustellen benützte, diese Konzentration zu bestimmen, wie ich gleich auseinandersetzen werde.

---

1) Galeotti, Sulle proprietà osmotiche delle cellule. Rivista di Scienze biologiche, Decembre 1900.

2) Bredig (Physik, Zeitschr. II) hat gezeigt, wie man Lösung verschiedener Metalle (Pt, Pd, Au, Ag, Mo, Cu u. a. m.) in reinstem Wasser erhalten kann, indem man einen elektrischen Bogen zwischen zwei Elektroden aus dem Metall, das man auflösen will und die in das Wasser eintauchen, bildet. Man erhält so Lösungen besonderer Art, die man als kolloidale bezeichnet und von denen einige katalytisch wirken, d. h. fähig sind, gewisse Reaktionen (z. B. die Zersetzung von Wasserstoffsuperoxyd, die Oxydation von Pyrogallol und Indigo) zu beschleunigen.

Bredig und Müller v. Berneck (Zeitschrift f. Physik. Chemie, Bd. 31, S. 258) haben gezeigt, dass winzige Mengen von colloidalem Platin genügen, um die Geschwindigkeit der genannten Reaktionen merklich zu beeinflussen. Man fand z. B., dass eine Lösung, die ein Grammatom Pt in 70 Millionen Liter Wasser gelöst enthält, genügt, um im Verhältnis von 1 : 10 Millionen auf Wasserstoffsuperoxyd zu wirken.

Diese Lösungen ändern sich (werden gefällt) bei Zusatz kleiner Mengen von Elektrolyten und ihre katalytische Wirksamkeit verschwindet, wenn sie auch nur mit außerordentlich kleinen Mengen gewisser Substanzen (Cyanwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, Sublimat) in Berührung kommen, indem diese Substanzen auf die genannten Lösungen wie Gifte wirken. Endlich wurde auch nachgewiesen, dass die Zerlegung des Wasserstoffsuperoxyds durch das kolloidale Platin in ganz derselben Weise beschleunigt wird, wie durch verschiedene organische Fermente; diese wirklich überraschenden Ergeb-

Andererseits stellte ich mir die Aufgabe, das Verhalten dieser Zellen gegen Lösungen von kolloidalem Kupfer und von Kupfer in elektrolytischer Dissociation zu vergleichen. Derartige Vergleichungen sollen den Inhalt einer größeren Arbeit von mir bilden. Zunächst haben sich die Spirogyrazellen für die grundlegenden Untersuchungen recht gut bewährt.

Untersuchungsmethode.

Bei den vorliegenden Untersuchungen liegt die Hauptschwierigkeit in der Darstellung der kolloidalen Kupferlösungen, denn diese Lösungen sind sehr empfindlich und werden durch Zufügen kleiner Mengen von Elektrolyten leicht ausgefällt.

Ich begann mit der Darstellung eines genügend reinen Wassers durch doppelte Destillation. Das erste Mal mit Zusatz von H_2SO_4 und Kaliumpermanganat, das zweite Mal mit Zusatz einer kleinen Menge von KOH. Bei jeder Destillation goss ich den ersten Uebergang fort und durch die späteren Portionen des Destillats ließ ich 24 Stunden lang einen Luftstrom passieren, der durch Leitung durch Schwefelsäure und durch Kalilauge gereinigt war. So gelang es mir, den größten Teil des CO_2 zu entfernen. Das so erhaltene Wasser besaß eine elektrische Leitfähigkeit von $2{,}2 \cdot 10^{-6}$. Das ist das sogenannte Leitfähigkeitswasser, wie man es bei Untersuchungen über elektrische Leitfähigkeit benützt. Besondere Vorsichtsmaßregeln brauchte ich, um die für die Versuche nötigen Glasgefäße zu reinigen. Sie wurden zunächst mit Kalilauge, dann mit Salzsäure, darauf mit gewöhnlichem Wasser, mit destilliertem Wasser und endlich mit dem Leitfähigkeitswasser gewaschen.

Um nun die kolloidale Kupferlösung darzustellen, nahm ich 100 bis 200 cm^3 dieses Wassers und tauchte darein 2 Kupferelektroden (aus elektrolytischem Kupfer von Kahlbaum), die, um jede Spur von Oxyd zu entfernen, gut poliert und dann sorgfältig gewaschen waren, und ließ zwischen denselben einen Lichtbogen bei einem Potential von etwa 150 Volt (25 Amp.) sich bilden. Das Kupfer zerstäubt sich nur schwierig und deshalb sind so starke und hochgespannte Ströme nötig. Nach einigen Minuten nahm das Wasser eine gelbe Farbe an, ähnlich wie Weißwein, blieb aber vollkommen klar. Diese Lösung wurde sofort durch ein aschefreies und mit dem Leitfähigkeitwasser ausgewaschenes Filter filtriert und wohl verschlossen aufbewahrt. Wenn eine solche Lösung mit der beschriebenen Vorsicht bereitet ist, hält sie sich sehr lange Zeit unverändert. Sobald aber nur geringe Un-

nisse veranlassten die genannten Autoren, eine vollständige Analogie zwischen diesen Lösungen und den organischen Fermenten zu behaupten, so dass sie nicht anstehen, die beschriebenen Lösungen als anorganische Fermente zu bezeichnen.

reinigkeiten vorhanden sind, fällt nach ein oder zwei Tagen alles Kupfer aus.

Nun musste der Kupfergehalt jeder so bereiteten Lösung bestimmt werden. Zu diesem Zweck verdampfte ich 20—30 cm^3 davon in einem gewogenen Gefäß, welches, nachdem es im Vakuum bei Gegenwart von H_2SO_4 getrocknet und auf konstantes Gewicht gebracht war, von neuem gewogen wurde. Das Mittel von 3 solchen Bestimmungen giebt mit genügender Genauigkeit den Titer der Lösung, der in meinen Versuchen meist zwischen 0,05 und 0,07 g Cu im Liter betrug.

Um die Wirkung dieser kolloidalen Lösungen mit solchen von Kupfersulfat zu vergleichen, bereitete ich mir solche Lösungen dieses Salzes, die die gleiche Menge Cu enthielten, indem ich eine sorgfältig titrierte Stammlösung (das reinste $CuSO_4$ bezog ich von der Firma Kahlbaum) verdünnte. Die weiteren Verdünnungen dieser Lösungen, sowohl der kolloidalen wie derjenigen von $CuSO_4$, wurden mit Maßkolben und Büretten bereitet, immer beide in ganz derselben Weise. So erhielt ich jedesmal zwei Reihen von Lösungen mit gleichem Kupfergehalt, bei denen aber das eine mal dieses Element in kolloidalem Zustand, das andere mal in Form von Jonen enthalten war.

Die Spirogyren, an denen ich die Wirkung dieser Lösungen untersuchte, entstammten einer üppigen Kultur dieser Algen, die sich zufällig in einem Gefäße des Laboratoriums entwickelt hatte. Ich habe mich nicht bemüht, die benützte Art genau zu bestimmen, da dies gar keine Bedeutung hat, glaube aber nach verschiedenen Eigenschaften, dass es sich um *Spirogyra nitida* handelt.

Die Fäden dieser Alge wurden in einer gewissen Entfernung von ihrer Befestigungsstelle abgeschnitten, dann brachte ich sie frei von jeder Unreinlichkeit in ein Gefäßchen mit destilliertem Wasser, wusch sie zum zweitenmal mit destilliertem Wasser und darauf mit dem Leitfähigkeitwasser und zuletzt mit den Lösungen, mit denen ich experimentieren wollte. Endlich wurden sie in Uhrgläschen gebracht, in die ich die zu untersuchenden Lösungen goss, und dort blieben sie vor Staub geschützt für die Dauer des Versuchs. Nach bestimmten Zeitabschnitten untersuchte ich einige Fäden im Mikroskop, indem ich sie mit einem Tropfen der Lösung, in der sie sich befanden, zwischen zwei Gläschen brachte. Das Uebertragen geschah immer mit feinen Glasnadeln. Die Temperatur des Zimmers, in welchem diese Untersuchungen gemacht wurden, schwankte zwischen 12° und 14°.

Für jeden Versuch hielt ich zur Kontrole Spirogyrafäden im gewöhnlichen Leitfähigkeitwasser und untersuchte sie in entsprechenden Zeitabschnitten. Ich will gleich bemerken, dass die Spirogyren vortrefflich einige Tage in diesem Wasser leben können, das eine so geringe elektrische Leitfähigkeit besitzt und also äußerst arm an Elektro-

lyten ist; ich brauche deshalb im folgenden diese Kontrolversuche nicht besonders zu erwähnen.

Ergebnisse der Versuche.

Die Resultate der vielfachen Versuche, die ich mit derselben Spirogyrakolonie in 5 Wochen (Dezember — Januar) angestellt habe, sind so übereinstimmend, dass ich nur eine Reihe dieser Versuche darzustellen brauche.

Diese Reihe wurde angestellt mit Lösungen, die durch entsprechende Verdünnung aus einer kolloidalen Lösung von 0,050 g Cu in einem Liter Wasser und aus einer Lösung von 0,1976 g $CuSO_4$ im Liter (das sind 0,050 g Cu als Ionen) gewonnen waren. Die Konzentration dieser verdünnten Lösungen wird im folgenden in der für solche Untersuchungen gebräuchlichen Weise bezeichnet werden, nämlich durch die Zahl der Liter, in denen ein Grammatom des Metalls gelöst ist. Daher wird das Symbol Cu in x L. (1 gr.-Atom Cu in x Liter Wasser) die kolloidalen und das Symbol $Cu^{\cdot\cdot}$ in x L. (1 gr.-Ion Kupfer in x Liter Wasser) die Kupfersulfat-Lösungen bezeichnen.

I.

Betreffs der morphologischen Veränderungen, die solche Lösungen in Spirogyrazellen hervorrufen, werde ich mich nicht mit überflüssigen Beschreibungen aufhalten, da solche sich in der citierten Arbeit von Israel finden: ich werde mich darauf beschränken, die Veränderungen, die zuerst in den vergifteten Zellen auftreten, als Plasmoschise und die endgiltigen kadaverösen Erscheinungen als Plasmolyse zu bezeichnen

Aus der folgenden Tabelle I geht klar hervor, dass bei den konzentrierteren Lösungen (Cu in 1260 L., Cu in 630000 L.) die Zellveränderungen rascher eintreten, wenn das Kupfer im Ionenzustand, als wenn es im kolloidalen Zustand sich befindet. Bei einigen schwächeren Lösungen (Cu in 1260000 L., Cu in 6300000 L.) tritt die Plasmolyse in beiden Fällen zu gleicher Zeit ein. Bei noch höheren Graden der Verdünnung werden die Lösungen von $CuSO_4$ ganz unwirksam, während die des kolloidalen Cu noch giftig wirken, doch nur auffallend langsam.

Dies verschiedene Verhalten beider Arten von Lösungen könnte man folgendermaßen erklären: In den genügend konzentrierten Lösungen können sich, wenn das Kupfer in Ionenform vorhanden ist, rascher und leichter Verbindungen desselben mit Protoplasmamolekeln bilden, und so erfolgt eine rasche Vergiftung der Zelle. Das kolloidale Kupfer dagegen tritt vermutlich schwieriger in Verbindungen mit dem Protoplasma ein. Für die allerverdünntesten Lösungen kann man annehmen, dass, wenn auch die wenigen in ihnen enthaltenen Cu-Ionen zum Teil von Protoplasmamolekeln gebunden werden, doch die so vergifteten Molekeln nur spärlich sind gegenüber der gesamten Zellmasse

Tabelle I.

Zeit	Cu in 1260 L.	Cu·· in 1260 L.	Cu in 6300 L.	Cu·· in 6300 L.	Cu in 12600 L.	Cu·· in 12600 L.	Cu in 63000 L.	Cu·· in 63000 L.	Cu in 126000 L.	Cu·· in 126000 L.	Cu in 630000 L.	Cu·· in 630000 L.	Cu in 1260000 L.	Cu·· in 1260000 L.	Cu in 6300000 L.	Cu·· in 6300000 L.	Cu in 12600000 L.	Cu·· in 12600000 L.	Cu in 21000000 L.	Cu·· in 21000000 L.	Cu in 63000000 L.	Cu·· in 63000000 L.	Cu in 90000000 L.	Cu·· in 90000000 L.	Cu in 126000000 L.	Cu·· in 126000000 L.	Cu in 630000000 L.	Cu·· in 630000000 L.
30 Min.	PS	PL	—	PS	—	—	—	PS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 Std.	PL		PS	PL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 „			PL		—	PS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 „					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 „					PL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5 „						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 „						—	PL	—	—	PL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15 „						—		—	PL	—	—	PL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24 „						—		—	—	—	PL	—	PL	PL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 „						—		—	—	—	—	—	—	—	PL	PL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52 „						—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72 „						—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	PL	—	PL	—	PL	—	PL	—	—	—	—	—
96 „						—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	PL	—	—	—
120 „						—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Striche — bedeuten, dass keine erkennbare Veränderung aufgetreten ist.

PS bedeutet *Plasmoschisis*, PL *Plasmolysis*.

und deshalb die Zellen diese teilweise Vernichtung ihrer lebenden Substanz vertragen können. Die noch immer beträchtliche Wirkung des kolloidalen Cu auch in äußerst verdünnten Lösungen (Cu in 126000000 L.) dagegen kann nur erklärt werden durch die Annahme einer katalytischen Wirkung dieses Metalls auf das Zellprotoplasma. Das kolloidale Cu wirkt vermutlich als Katalysator auf die katabolischen Prozesse des Plasmas, beschleunigt sie und lässt die Zersetzungen so tiefgreifend werden, dass sie zum Tode der Zelle führen. Diese besondere katalytische Wirkung entspräche den anderen katalytischen Fähigkeiten, welche einigen kolloidalen Metalllösungen eigentümlich sind. Diese letztere ist die einzige Art, auf die man die oligodynamischen Wirkungen erklären kann, wenn man sowohl die starke

Tabelle II.

Zeit	Cu in 1260 L.	Cu·· in 1260 L.	Cu in 6300 L.	Cu·· in 6300 L.	Cu in 12600 L.	Cu·· in 12600 L.	Cu in 63000 L.	Cu·· in 63000 L.	Cu in 126000 L.	Cu·· in 126000 L.
30 Min.	—	PL	—	PS	—	—	—	—	—	—
1 Std.	—		—	PL	—	PS	—	—	—	—
2 „	—		—		—	PL	—	—	—	—
3 „	—		—		—		—	—	—	—
4 „	PL		—		—		—	—	—	—
5 „			—		—		—	PL	—	—
7 „			PL		—		—		—	—
10 „					—		—		—	PL
24 „					PL		PL		—	

Verdünnung, in der das kolloidale Cu noch wirksam ist, als auch die Langsamkeit, mit der es wirkt, beachtet. Jedenfalls ist durch diese Versuche bewiesen, dass die Wirkungsweise des Cu verschieden ist, je nachdem es sich in elektrolytischer Dissociation oder in kolloidalem Zustand befindet.

II.

Aus den Untersuchungen über kolloidale Metalllösungen, die ich in der Anmerkung S. 323 citierte, geht hervor, dass ihre Wirkung durch verschiedene Substanzen in äußerster Verdünnung verhindert werden kann. Ich konnte die von Bredig und Müller v. Berneck angewandten Gifte nicht benützen, weil ich riskiert hätte, mit ihnen die Spirogyrazellen direkt zu vergiften. Aber in Rücksicht darauf, dass die kolloidalen Kupferlösungen äußerst empfindlich gegen die Wirkung der Elektrolyte sind und ausgefällt werden, sobald das Wasser nur

Spuren der letzteren enthält, untersuchte ich, ob ein geringer Zusatz von NaCl, das jedenfalls für die Spirogyren unschädlich ist, die Wirkungen des kolloidalen Kupfers aufzuheben vermöchte. Zu diesem Zwecke wiederholte ich die vorstehenden Versuche, nur verwandte ich zur Verdünnung der Lösungen von kolloidalem Cu und von $CuSO_4$ destilliertes Wasser, dem ich auf den Liter 0,1 g NaCl zugesetzt hatte. Meine Erwartungen erfüllten sich, wie Tabelle II zeigt.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass der Zusatz einer Spur NaCl die Wirksamkeit der konzentrierten Lösungen nicht beträchtlich verringert. Bei den genügend verdünnten Lösungen dagegen nimmt die Giftwirkung rasch bis zur Unwirksamkeit ab, wenn es sich um kolloidales Cu handelt, während sie in den entsprechenden $CuSO_4$-Lösungen ungeändert bleibt. Letzteres war vorauszusehen, da in so verdünnten Lösungen die Ionen, in welche die NaCl- und die $CuSO_4$-Molekülen sich spalten, keine Wirkung aufeinander haben können.

Daraus geht hervor, dass das NaCl die Wirkung des kolloidalen Kupfers verhindert, vermutlich indem es den Zustand der kolloidalen Lösung selbst verändert. [50]

Cagliari, Januar 1901. (Uebersetzt durch **W. R.**)

Von den Spielen der Tiere.

In einer Zeit, in der die zoologische Forschung von Mikroskop und Mikrotom beherrscht wird und das Tier als lebendiges Ganzes in seinen persönlichen Leistungen fast vollkommen in den Hintergrund treten muss, ist der Versuch, so spezifisch individuelle Lebensäußerungen wie die mannigfaltigen Spiele der Tiere einer ernsthaften Untersuchung zu unterziehen, besonders freudig zu begrüßen. Dieser Versuch ist vor nicht langer Zeit von Karl Groos gemacht worden[1]) und trefflich gelungen. Es ist am Platze, nachdem mit dem vor kurzem erschienenen Bande über die Spiele der Menschen[2]) das Werk zum Abschlusse gebracht worden ist, die Aufmerksamkeit weiterer biologischer Kreise auf eine Arbeit zu lenken, die reich an interessanten Ausführungen ist und dem Biologen eine Fülle von Anregung bietet.

Zunächst sei bemerkt, dass Groos nicht Fachzoologe, sondern Professor der Philosophie ist, und auch nicht verschwiegen, dass unser Autor die Bearbeitung des Spielproblems durchaus als Vertreter seiner Wissenschaft in Angriff genommen hat, für dieselbe daher auch spezifisch philosopische Zwecke maßgebend gewesen sind. Trotzdem bedeutet das Groos'sche Werk — und dies muss nachdrücklich hervorgehoben werden — auch für den Biologen eine wichtige Publikation, denn sie liefert einen außerordentlich wertvollen Beitrag zum Ver-

1) K. Groos, Die Spiele der Tiere, Jena, G. Fischer, 1896 (XVI u. 359).
2) K. Groos, Die Spiele der Menschen, Jena, G. Fischer, 1899 (IV u. 538).

ständnis des psychischen Lebens der Tiere und zwar gerade einer Seite desselben, die bisher, zumal von den berufenen Fachmännern, nur geringer Beachtung gewürdigt worden ist.

Es war keine geringe Aufgabe, die sich unser Autor gestellt hatte, insbesondere in Bezug auf die Tragweite des Problems. Nicht ohne Humor bemerkt Groos: „Der Verfasser einer Psychologie der tierischen Spiele müsste eigentlich nicht nur zwei, sondern mehrere Seelen in seiner Brust beherbergen. Er müsste mit einer allgemeinen psychologischen, physiologischen und biologischen Vorbildung die Erfahrungen eines Weltreisenden, die Kenntnisse eines Tiergarten-Direktors und die Erinnerungen eines wahrheitsliebenden Oberförsters vereinigen.“ Das ist in der That eine Vielseitigkeit, die „von einem gewöhnlichen Sterblichen nicht verlangt werden kann.“ Um so mehr muss es anerkannt werden, dass unser Autor in den ihm berufsmäßig ferne liegenden biologischen Ausführungen, die uns hier ja allein interessieren, eine Gründlichkeit und Sachlichkeit bekundet, die überall das eifrige Bestreben erkennen lassen, sich mit den einschlägigen Thatsachen genau vertraut zu machen und einen sicheren Blick für deren inneren Zusammenhang zu gewinnen. Der Erfolg ist nicht ausgeblieben und ein Werk entstanden, für das auch der Zoologe und die Biologie überhaupt Ursache haben, dem Verfasser dankbar zu sein.

Groos' Buch gliedert sich in 5 Abschnitte. Das erste Kapitel behandelt die bisher übliche Erklärung des Spiels, nach welcher dasselbe die Bethätigung von Kraftüberschuss bedeuten soll. Diese physiologische Beurteilung des Spielphänomens ist von Herb. Spencer ausgebildet worden[1]) und seither die herrschende Theorie des Spiels gewesen. Beiläufig bemerkt, weist Groos nach, dass Schiller schon 1795 prinzipiell dieselbe Auffassung im 27. seiner Briefe „Ueber die ästhetische Erziehung des Menschen“ ausgesprochen hat. Die kritische Analyse der Darlegungen Spencer's führt Groos zu dem Ergebnis, dass die physiologische Erklärung des Spiels, auch wenn man den Nachahmungstrieb zu Hilfe nimmt, zu einem befriedigenden Verständnis nicht ausreicht. „Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass mit dem Begriff des körperlichen und seelischen Kraftüberschusses . . . . eines der wichtigsten Merkmale des Spiel-Zustandes gewonnen ist. Der physiologische Drang der zur Bethätigung bereit liegenden Kräfte und jenes seelische Frohgefühl, dessen höchste Entwicklungsstufe Schiller ganz richtig in dem Gefühle der Freiheit erkannt hat, bilden sicherlich einen der augenfälligsten Charakterzüge des Spieles. Ebenso sicher aber ist es, dass die Frage, ob man hiermit allein zu einem vollen Verständnis der tierischen und menschlichen Spiele gelangen kann, verneint werden muss. Denn der bloße Kraftüberschuss

1) H. Spencer, System der synthet. Philos. V. Bd.: Prinzip. der Psychologie, II. Bd. (Autor. deutsche Ausg.), p. 706 ff.

als solcher erklärt wohl, dass das Individuum, das sich in einem Zustande von „overflowing energy" befindet, bereit ist, irgend etwas zu thun, aber er erklärt nicht, wie es kommt, dass alle Individuen einer Species ganz bestimmte Arten der spielenden Kraftäußerung aufzeigen, wodurch sie innerhalb ihrer Species übereinstimmen, sich aber von andern Species unterscheiden." Um darüber Klarheit zu schaffen, greift Groos weiter aus und zieht den Instinkt zur Erklärung heran, der ihm als „das eigentliche Wesen des Spiels, die Quelle, der es entspringt", erscheint. „Gewiss, in unzähligen Fällen wird ein Ueberschuss unverbrauchter Kräfte den Anstoß zum Spielen geben. Aber in sehr vielen anderen Fällen wird man doch den Eindruck haben, dass die Instinkte eine Macht für sich sind, die nicht erst besonderer, im Ueberfluss aufgespeicherter Kraftvorräte bedürfen, um in Thätigkeit zu treten." Damit kommt Groos in Gegensatz zu Spencer; die wesentlichen Unterschiede in der Auffassung beider hat Groos selbst in lichtvoller Gegenüberstellung klar dargelegt: „Die Kraftüberschuss-Theorie meint, das Erste und Notwendigste sei die überschäumende Kraft. Diese müsse zunächst da sein; von ihr müsse der Anstoß ausgehen; das überflüssige Leben stachelt sich selbst zur Thätigkeit, sagt Schiller; das Nervensystem ist in einem Zustand übermäßiger Bereitwilligkeit zu Entladungen, sagt Spencer. Die Instinkte aber wären dann nur das eben einmal vorhandene Strombett, in das sich jene von selbst übersprudelnden Fluten ergießen. Ich dagegen meine: das mag häufig so aussehen, trifft aber doch nicht immer zu. Es ist nicht notwendig, dass der Anstoß aus der Ueberbereitschaft des zu Entladungen drängenden Nervensystems erfolgt. Man denke an die junge Katze, die träg daliegt, vielleicht eben sanft entschlummern will und an der man nun einen Ball vorbeirollt. Hier liegt der Anstoß in einem äußeren Reiz, der den Jagdinstinkt weckt. Ist nun in der Katze gerade ein besonderer Drang zu motorischen Entladungen da, so wird sie natürlich spielen. Ist aber dieser Drang nicht vorhanden — und das wäre bei unserem Beispiel der Fall —, so wird sie dennoch auf den Ball lossspringen. Und sie wird dem Instinkt erst dann nicht gehorchen, wenn sie vor Müdigkeit sich überhaupt kaum mehr bewegen kann. Die physiologischen Voraussetzungen, die ein junges Tier zum Jagdspiel führen, brauchen keine anderen zu sein als diejenigen, die dem erwachsenen Tier das Verfolgen der wirklichen Beute ermöglichen."

Durch die Einführung des Instinkts als fundamentalen Faktors für die theoretische Beurteilung des Spielphänomens erscheint der Schwerpunkt der Erklärung naturgemäß aus der physiologischen in die allgemein-biologische Sphäre verrückt. Zweierlei Aufgaben waren damit gestellt; zunächst musste eine begrifflich unzweideutige Definition

des Instinkts gegeben werden und dann die grundlegende Bedeutung des letzteren für die Theorie des Spiels aufgezeigt werden. Damit kommen wir zu den wichtigsten, weil prinzipiellen Ausführungen unseres Autors; ihnen ist das zweite Kapitel gewidmet.

„Heißt es nicht, auf Sand bauen oder Wasser mit der bloßen Hand schöpfen wollen, wenn man irgend eine psychologische Erscheinung aus dem Begriff des Instinkts erklären will?“ In diesen wenigen Worten unseres Autors sind treffend die Schwierigkeiten charakterisiert, die der präcisen Begriffsbestimmung des Proteus Instinkt anhaften. Zunächst folgt (p. 23ff.) eine ganz vortreffliche Darstellung der mannigfaltigen Vorstellungen, die mit dem Worte Instinkt verbunden worden sind, von der transcendent-theologischen Descartes' bis zu den aus der darwinistischen Betrachtungsweise entsprungenen Erklärungsversuchen. Groos entscheidet sich mit einer gleich näher zu erwähnenden Modifikation für die neueste von E. H. Ziegler begründete Auffassung[1]), denn diese „arbeitet ausschließlich mit dem allgemein anerkannten Prinzip der Selektion und lässt das vorläufig zweifelhafte Lamarck'sche Prinzip bei Seite liegen.“ Groos stimmt Ziegler bei, dass der Begriff des Bewusstseins in die Definition des Instinkts nicht aufgenommen werden dürfe, geht aber darin über Ziegler hinaus, dass er Verursachung durch Zweckvorstellungen ausdrücklich ausschließt, worüber gerade Ziegler eine Bestimmung nicht treffen wollte. „Die Handlungen der Tiere und Menschen — erklärt Groos — sind soweit instinktiv, als sie durch (vermutlich selektiv entstandene) „ererbte Bahnen“, ohne Motivierung durch Zweckvorstellungen, veranlasst werden.“ Ziegler hatte in seiner Definition jede Bezugnahme auf motivierende Zweckvorstellungen unterlassen, weil „es bei Tieren meist nicht zu entscheiden ist, inwieweit eine Zweckvorstellung mitwirkt, und da beim Menschen oft instinktive Handlungen von einer Zweckvorstellung begleitet sind“, Groos dagegen hält eine solche Beziehung gerade deshalb für geboten, „weil das Zweckbewusstsein manchmal zu Instinkthandlungen hinzutreten kann.“ Es kann keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass die hier zu Tage tretende Differenz von sehr untergeordneter Bedeutung ist; im Grunde mag sie wohl überhaupt nur daraus entspringen, dass Ziegler den Begriff des Instinkts ganz allgemein, Groos hingegen im Hinblick auf sein spezielles Thema erörtert: „die Thatsache, dass die gleiche Handlung zum Teil instinktiv, zum Teil willkürlich sein kann, ist in vielen Beziehungen von Wichtigkeit, nicht zum Geringsten für die Spiele, in denen ja, je höher sie stehen, desto mehr individuell Erworbenes neben dem Instinktiven zu Tage tritt.“ Ziegler selbst äußert sich in dieser Sache gelegentlich

1) E. H. Ziegler, Ueber den Instinkt. In: Verhandl. d. d. Zoolog. Gesellschaft, 1892, p. 122ff.

einer Besprechung des Groos'schen Buches[1]) folgendermaßen: „Ist die auf Erfahrung beruhende Zweckvorstellung ein mit der Handlung verbundener Sinnengenuss oder die beabsichtigte Befriedigung einer Regung des Gemütes, so hebt sie, wie mir scheint, den instinktiven Charakter der Handlung nicht auf. Bezieht sich aber die auf Erfahrung beruhende Zweckvorstellung auf einen außerhalb der Handlung liegenden Zweck und stellt derselbe nicht allein einen vorgegebenen oder mitwirkenden Grund, sondern das wirkliche Motiv der Handlung dar, so halte ich mit dem Verf. die Handlung für nicht instinktiv."

Aus den vorstehenden Ausführungen ergiebt sich jedenfalls soviel, dass die Handlungen der Tiere (und Menschen) von dreierlei Art sein können, entweder rein instinktive oder rein willkürliche oder endlich solche, bei welchen Instinkt und Willkür in irgend einer Weise verbunden sind (halbinstinktive). Zieht man die letzteren mit in Betracht, so lehrt eine vergleichende Ueberschau: „je niedriger die Tiere stehen, desto reiner sind ihre Instinkte; je höher sie stehen, desto mehr wird die Wirkung der vererbten Bahnen durch erworbene Bahnen teils verstärkt, teils ersetzt, teils verändert." In diesem Verhältnis erblickt Groos eine „sehr zweckmäßige Einrichtung", weil durch dieselbe die Ausbildung der Intelligenz gefördert wird. Demselben Ziele dienen nun auch die Spiele. Den Zusammenhang vermittelt folgender Gedankengang: jedes (höherstehende) Tier hat im erwachsenen Zustande eine Reihe wichtiger Aufgaben zu erfüllen; so erfordert die Herrschaft über den eigenen Körper die Beherrschung der jeweils gegebenen Mittel zur Ortsbewegung, Gewandtheit im Erjagen der Beute wie Geschicklichkeit im Entrinnen vor Feinden, Leistungsfähigkeit in jeglichem Kampfe, insbesondere auch in dem mit Individuen der eigenen Art bei der Bewerbung u. s. w., durchweg Bethätigungen, die für die Erhaltung des Individuums wie der Species außerordentlich bedeutungsvoll sind und bei denen der Instinkt zweifellos eine Rolle spielt. „Wenn diese Instinkte erst in dem Lebensalter hervortreten würden, in dem sie ernstlich gebraucht werden", wäre dies ein Verhalten, das mit den sonstigen Thatsachen der Vererbung vollkommen im Einklang stände. Geschähe es nun in der That so, dann gäbe es natürlich keine Spiele und es „müssten die betreffenden Instinkte dann bis in die kleinsten und feinsten Details ausgearbeitet sein. Denn nehmen wir an, sie wären nur oberflächlich ausgearbeitet und darum auch für sich allein nicht genügend, so würden die Tiere ohne Spiel ganz unvorbereitet in den Kampf ums Dasein eintreten." „Ohne die vorausgehenden Spiele wäre es demnach in der That unerlässlich, dass die Instinkte sehr vollständig ausgebildet wären, dass also die oben genannten Aufgaben durch ererbte Mechanismen mit der gleichen Voll-

1) Vgl. Zoolog. Centralbl., III. Bd., p. 2.

kommenheit gelöst würden, wie es bei manchen nur einmal im Leben auftretenden Instinkthandlungen der Fall ist. Angenommen nun, dies sei überhaupt möglich, wo bliebe dann die höhere Intelligenzentwicklung? Als verzogene Mutterkinder der Natur, blind geleitet am Gängelband ererbter Triebe, würden die Tiere ganz sicher geistig zurückgeblieben sein. Glücklicherweise verhält es sich anders. In demselben Augenblick, wo in der organischen Welt die aufsteigende Evolution soweit fortgeschritten ist, dass die selbständige Intelligenz mehr leisten kann als der bloße Instinkt, in demselben Augenblick werden auch die ererbten Mechanismen von ihrer Vollkommenheit verlieren, und als Ersatz wird mehr und mehr die „Nachmeißelung der Hirnprädisposition" durch individuelle Erfahrung hervortreten. Dass dies aber möglich ist, dafür sorgen die Jugendspiele der Tiere, durch die allein eine solche Ausmeißelung rechtzeitig und vollständig vollzogen werden kann. So verwirklicht die natürliche Auslese durch die Jugendspiele die tiefsinnige Forderung Göthe's: „Was du ererbt von deinen Vätern hast, erwirb es, um es zu besitzen."

Damit erscheint die biologische Bedeutung des Spielphänomens festgelegt. „Die Spiele junger Tiere beruhen darauf, dass gewisse, sehr wichtige Instinkte schon zu einer Zeit auftreten, wo das Tier ihrer noch nicht ernstlich bedarf. Dieses verfrühte Auftreten auf vererbte Uebung zurückzuführen, geht nicht an, weil die Vererbung erworbener Eigenschaften sehr zweifelhaft ist. Selbst wenn sie mitwirkte, würde doch die Erklärung durch Selektion in erster Linie stehen, weil die Spiele einen unberechenbaren Nutzen haben. Dieser Nutzen besteht in der spielenden Vorübung und Einübung jener wichtigen Lebensaufgaben. Denn dadurch wird der Selektion die Möglichkeit gegeben, die blinde Macht der Instinkte abzuschwächen und zum Ersatz dafür die selbständige Intelligenzentwicklung immer mehr zu begünstigen. In dem Moment, wo die Intelligenzentwicklung hoch genug steht, um im struggle for life nützlicher zu sein, als vollkommene Instinkte, wird die natürliche Auslese solche Individuen begünstigen, bei denen die angeführten Instinkte in weniger ausgearbeiteter Form, schon in der Jugend, ohne ernstlichen Anlass, rein zum Zwecke der Vorübung und Einübung, in Thätigkeit treten — d. h. solche Tiere, die spielen. Ja, man wird schließlich, um die biologische Bedeutung der Spiele in ihrer ganzen Größe zu würdigen, den Gedanken wagen dürfen: vielleicht ist die Einrichtung der Jugendzeit selbst zum Teil um der Spiele willen getroffen; die Tiere spielen nicht, weil sie jung sind, sondern sie haben eine Jugend, weil sie spielen müssen." Dienen die Spiele dem Vor- und Einüben der für die freie Lebensführung notwendigen Fähigkeiten, so muss ihre Bedeutung in demselben Maße zunehmen, in dem sich die Intelligenz

entwickelt, der sie im ganzen paralell geht. Die Spiele erscheinen demnach als eine Vorschule für das Leben und daraus wieder folgt, dass die Jugendspiele die wichtigsten von allen sind; „sind sie einmal richtig erklärt, so werden die Spiele der Erwachsenen keine besondere Schwierigkeit mehr machen."

Von dem gewonnenen Standpunkte aus können die spielerischen Betätigungen der Tiere selbstredend nicht kurzer Hand aus einem allgemeinen und einheitlichen „Spieltrieb" hergeleitet werden, vielmehr sind es die mannigfaltigen Instinkte, die die Tiere zum Spielen veranlassen, und deshalb muss es auch so vielerlei verschiedenartige Spiele geben, als verursachende Instinkte vorhanden sind.

Im dritten und vierten Kapitel seines Buches giebt Groos „den ersten Versuch einer systematischen Behandlung der tierischen Spiele", ein Unternehmen, das schon aus äußeren Gründen wie der außerordentlichen Zerstreutheit des Materials, das aus Schilderungen des Tierlebens, Reisebeschreibungen, Zeitschriften u. dgl. zusammengetragen werden musste, erhebliche Schwierigkeiten darbot. Naturgemäß ist den bezüglichen Ausführungen der breiteste Spielraum (p. 77 bis 291) eingeräumt, denn es handelt sich hierbei ja um nichts Geringeres, als die entwickelte Auffassung vom Spiel auf die mannigfaltigen Formen desselben anzuwenden und zu zeigen, dass der eingenommene Standpunkt der richtige ist. Es würde zu weit führen, wenn der Ref. der naheliegenden Versuchung nachgeben und den überall klaren und stets interessanten Darlegungen des Verfassers an dieser Stelle noch weiter folgen wollte; er muss sich da begnügen, auf das Original zu verweisen. Nur die Einteilung der Spiele, also das System, in welches Groos die verschiedenartigen Spieläußerungen der Tiere gebracht hat, sei hier noch mitgeteilt. Im ganzen werden neun besondere Spielgruppen unterschieden. Den Ausgangspunkt und gleichzeitig die einfachste Form des Spiels bildet das Experimentieren (1), ihm zunächst verwandt, aber eine höhere Stufe darstellend sind die Bewegungsspiele (2), es folgen die Jagdspiele (3) in ihren drei Modifikationen, je nachdem das Spielen mit der wirklichen Beute oder der lebenden oder leblosen Scheinbeute ausgeführt wird, die Kampfspiele (4), innerhalb welcher Neckerei, Balgerei und Spielkämpfe unter erwachsenen Tieren unterschieden werden, ferner die außerordentlich mannigfaltigen Liebesspiele (5), (diese werden für sich im vierten Kapitel besonders abgehandelt), die Bau- (6) und Pflegespiele (7), die lediglich um der Nachahmung willen und wohl mit dem subjektiven Moment der „Freude am Auch-Können" geübten Nachahmungsspiele (8) und endlich die der Neugier entspringenden spielerischen Betätigungen (9). Hierzu ist zu bemerken, dass unter den Bauspielen natürlich nicht die rein instinktiven Nest-

und Kunstbauten vieler Tiere verstanden sind, sondern die allerdings nicht häufigen Fälle spielartiger Aeußerungen des Bautriebs, wie sie sich z. B. beim Zaunkönig finden, dessen Männchen „vor der endgiltigen Eheschließung auf eigene Hand Nester zu bauen suchen“ und ähnliches. Als Pflegespiele fasst Groos jene interessanten Vorkommnisse zusammen, bei welchen es sich um eine spielartige Pflege und Hege fremder Jungen, sei es der eigenen oder einer anderen Species, handelt. Die Neugier endlich „ist offenbar eine besondere Form des Experimentierens, sie ist ein geistiges Experimentieren. Die psychische Fähigkeit, die durch dieses Experimentieren geübt wird, ist die Aufmerksamkeit.“ Groos sieht in der Neugier das „einzige rein geistige Spiel“ in der Tierwelt. Diese Andeutungen müssen hier genügen.

Das letzte Kapitel behandelt die Psychologie der tierischen Spiele und stellt als solches den specifisch philosophischen Teil des Groos'schen Buches vor. Der Inhalt dieses Abschnittes gehört daher nicht mehr in den unmittelbaren Interessenkreis des Biologen und kann deshalb, wenngleich er vielfach ebenso anregende wie allgemein interessante Ausführungen enthält, keinen Gegenstand des vorliegenden Berichtes bilden. **F. v. Wagner** (Gießen). [52]

Th. Eimer u. C. Fickert: Die Artbildung u. Verwandtschaft bei den Schwimmvögeln nach deren Zeichnung dargestellt.
(Nova Acta. Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. LXXVII No. 1, 1899.)

Die vorliegende Arbeit, welche aus dem wissenschaftlichen Nachlass Professor Eimer's stammt und von dessen Mitarbeiter Dr. Fickert in Tübingen herausgegeben worden ist, reicht in ihren Anfängen bis in das Ende der achtziger Jahre zurück. Dieselbe schließt sich an die Studien über die Zeichnung der Raubvögel, über die Zeichnung der Vögel und Säugetiere und über die Zeichnung der Vogelfedern an und verfolgt, wie es der Titel besagt, den Zweck, den Wert der Zeichnungsverhältnisse für den systematischen Zusammenhang dieser Tiergruppe zu veranschaulichen. Es soll darin außerdem festgestellt werden, in wie weit die von Eimer sonst gefundene Gesetzmäßigkeit der Umbildung auch hier sich nachweisen lässt. Die Prüfung sowohl der Zeichnung des Dunenkleides als auch der des fertigen Kleides möglichst zahlreicher Arten hat die Verfasser dabei zu sehr interessanten Ergebnissen geführt. Die ursprünglichste Zeichnung fand sich in dem Dunenkleide der Steissfüße erhalten. Sie besteht dort aus zehn Längsstreifen, die ihrer Lage nach, wie ich im Folgenden ausführen werde, vollkommen der Grundzeichnung der Eidechsen und Molche entsprechen. Streifen I der Mittelrückenstreif ist identisch mit den in das Mittelband eingerückten und verschmolzenen dunklen Begrenzungslinien von Zone I der Eidechsen und Molche. Der Streifen teilt sich in der Hinterhauptgegend in zwei Schenkel, welche rasch auseinanderbiegen (Hinterhauptgabelstreif), um sich mit dem vordersten Teil des folgenden Streifens zu verbinden. Einen ganz ähnlichen Verlauf zeigt dieser

Streif bei *Molge taeniata* ♂, wie ich ihn an diesem Orte in Bd. XX No. 5 und 7 Fig. 9[a] dargestellt habe. Streifen II, der erste Seitenstreif oder Schulterstreif entspricht dem äußeren dunkeln Teil des oberen Seitenbandes der Zone II der Eidechsen. Hier wie dort verläuft derselbe über den ganzen Körper des Tieres. Bei Vögeln und bei *M. taeniata* vereinigen sich die beiden ersten Seitenstreifen vorne in der Mittellinie des Kopfes, nachdem sie sich vorher in der Schläfengegend, verbunden mit den beiden Schenkeln des Rückenstreifens zu einem breiteren Ueberschläfenstreif umgestaltet hatten. Der Ueberaugenstreif entspricht der dunkeln Begrenzung der Zone III, die bei Eidechsen und Tritonen zur Bildung eines Supraorbital- oder Augenbogenstreifs Anlass giebt. Der Augenstreif Zone IV der Reptilien und Amphibien wird bei den Vögeln durch eine Linie dargestellt, die am Rumpf, oberhalb des Flügels verläuft und sich über den Hals bis hinter oder bis vor das Auge fortsetzt. Die V. Zone mit ihrer dunklen längs des Oberkiefers verlaufenden Begrenzung ist bei Vögeln wie bei den Molchen nur an Kopf und Hals deutlich ausgeprägt und wird hier als Unteraugen- oder Oberkieferstreif bezeichnet. Vielleicht bildet bei *Podiceps* der dritte untere Seitenstreif oder Flügelstreif mit dem Armstreif eine Fortsetzung dieser Zone. Ein undeutlicher bei ganz jungen *P. cristatus* und *auritus* vorkommender Streifen, der mit dem Unteraugenstreifen parallel läuft, ist wohl als untere dunkle Begrenzung der Zone V aufzufassen. Er wird hier „Zwischenkieferstreif" genannt. Bei Molchen scheint mir der Armstreif der VI. Zone anzugehören, die im Nestkleid der Steissfüße als vierter Seitenstreif auftritt. Dieser verbindet sich hier vorn amHalse mit seinem symmetrisch gelegenen Streifen unter Bildung einer Gabel zu einem einzigen Streifen, welcher in der Mitte der Unterseite des Halses bis zum Beginn des Kopfes nach vorn verläuft und Kehlgabelstreif und Kehlstreif genannt wird. Diese Bildung eines Kehlgabelstreifs und Kehlstreifs scheint mir indessen durch eine sekundäre Verschiebung der Zone VI entstanden zu sein, denn wenn ich die Zeichnung der Nestkleider von *Podiceps cristatus* bezw. *rubricollis* mit der Eidechsen- oder Molchzeichnung vergleiche, so entspricht der Unterkieferstreif vielmehr der Verlängerung der Zone VI auf dem Kopf des Vogels. Eimer erwähnt, bei Beschreibung der *Lacerta muralis striata campestris*, dass außer diesen sechs Zonen auf der ersten Bauchschilderreihe eine weitere der anderen parallel verlaufenden Reihe von schwarzen Fleckchen vorkommt. Auf der Unterseite des Kopfes von ganz jungen *Podiceps cristatus* und *auritus* tritt ebenfalls ein weiteres kurzes Streifenpaar auf, das einer VII. Zone entspricht und von Eimer „Zwischenkinnstreifen" genannt wird. Die ventrale Lage dieses Streifenpaares erinnert mich indessen mehr an die VII. Zone, wie sie in der Amphibienzeichnung zur Entwicklung kommt, als an die der Eidechsen.

Diese zehn Längsstreifen, die sich, wie wir gesehen haben, auf sieben im Kleid der Eidechsen und Molche vorhandene Zonen beziehen lassen, kehren nun im Dunenkleid, oder auch noch im Jugendkleid anderer Abteilungen der Vögel zum größeren oder kleineren Teil wieder und lassen sich vielfach auch noch im Alter an Resten, besonders in der Kopfzeichnung, nachweisen. Nach dem soeben mitgeteilten dürfen wir also annehmen, dass uns im Nestkleid der Steissfüße die Grundzeichnung der Vögel erhalten geblieben ist. Was nun das Ver-

halten der Zeichnung innerhalb der einzelnen Familien der Schwimmvögel betrifft, so kam Eimer zu folgendem Ergebnis: Bei den Lappentauchern ist die Längsstreifung wie wir gesehen haben im Dunen- sowie im Jugendkleid weitaus am ursprünglichsten und vollkommensten ausgebildet. Von dieser Zeichnung erhält sich in der ganzen Gruppe der Steissfüße (*Pygopodes*) am besten der Augenstreif und der Unteraugen- oder Oberkieferstreif. Die beiden Ueberschläfenstreifen (Zone I und II) verwachsen zu einer den Kopf bedeckenden dunkeln Haube, die sich noch dadurch vergrößern kann, dass auch die Ueberaugen- und mittleren Seitenstreifen darin einbezogen werden. Bei den meisten Steissfüßen ist als weitere Zeichnungseigentümlichkeit ein Spiegelstreif zu beobachten, der dadurch gebildet wird, dass der Hinterrand der Armschwingen, oder der mittlere und hintere Teil derselben weiß zu sein pflegt. Diese Zeichnung ist von Wichtigkeit, weil sie den Anfang zu der bei den Enten als Spiegel bekannten Zeichnung bildet. Mit Ausnahme von *Podiceps minor* findet sich bei allen Lappentauchern ein deutlicher Spiegelstreif. Bei den Alken ist der Augenstreif bei einigen Arten wenigstens auch noch im Alter deutlich, sonst findet er sich gewöhnlich nur in der Jugend und mehr im Winter- als im Sommerkleid. Letzteres wird hier meistens durch schwarz gefärbten Kopf, Hals und Rücken gekennzeichnet. Die Gattung *Lunda* ist den andern Gattungen (*Alca, Uria, Mergulus* und *Cepphus*) schon deshalb gegenüber zu stellen, weil sie keinen Spiegelstreif besitzt, außerdem unterscheidet sie sich auch durch die Beschaffenheit ihres Schnabels. Die Lummen (*Uria*) sind im Dunenkleid kaum von jungen Tordalken (*alca*) zu unterscheiden, später hat ihre Zeichnung am meisten Aehnlichkeit mit der der Seetaucher.

Bei der Gryll-Lumme (*Cepphus-Uria grylle*) treten im Uebergangskleid noch Andeutungen von Querstreifen auf. Die Zeichnung der Seetaucher ist bedeutend weiter fortgeschritten, doch schließen sich die Colymbiden im Jugendkleid durch schwarze Kopfkappe und Augenstreif dem der Lummen an, besonders gilt dies für das Sommer- und Herbstkleid des ♀. Im Hochzeitskleid beobachten wir bei beiden Geschlechtern das Auftreten sekundärer Zeichnungsmerkmale, sekundäre Längsstreifen auf Kopf und Brust, die durch weiße Umrandung der Federn hervorgebracht wird, oder eine Perlzeichnung, die durch Fleckung der Federränder entsteht. Häufig bekommen außerdem die Federn des Rückens grünen oder blauen Schiller und Hals und Kopf zeigen im Winter, nicht aber im Sommer, Prachtfarben. Wie die Alken aus lummenartigen, so sind, wie Eimer auf Grund anatomischer Merkmale annimmt, die Pinguine, *Impennes*, aus seetaucherähnlichen Vögeln hervorgegangen. Auch in der Färbung und Zeichnung ihres Kleides bestehen Beziehungen zwischen diesen beiden Familien. Eine derartige Uebereinstimmung wird besonders in dem Jugendkleid der Scharben und dem der Seetaucher beobachtet. Teilweise ist sogar das Jugendkleid der Scharben dem bleibenden Kleid der Seetaucher ähnlich. Vielfach haben sich indessen in der Familie der Fetttaucher noch viel ursprünglichere Zeichnungsmerkmale erhalten. So findet sich am Kopfe und am langen dünnen Hals der Schlangenhalsvögel (*Plotus*) deutliche Längsstreifung, die mit derjenigen übereinstimmt, die wir im Dunenkleid bei den Steissfüßen beobachten. Aehnliches finden wir beim *Pelican*. Beim weißen Sonnenvogel (*Phaeton*) hat sich

noch der schwarze Augenstreif erhalten. Die Sturmvögel zeigen in ihrem Jugendkleid dagegen wieder größere Verwandtschaft mit den Lummen, was auch Naumann hervorgehoben hat. Auch die mövenartigen Vögel sind nach der Ansicht Eimer's mit den Sturmvögeln aus einer Wurzel hervorgegangen und zwar bildet die Gryll-Teiste auch hier wie gegenüber den Seetauchern den Anschluss zur Verwandtschaft. So finden wir, dass sowohl das Uebergangskleid der Seeschwalbe als das der Gryll-Teiste auf der Unterseite dieselben schwarzen Querflecken besitzt und im Jugendkleid der ersteren ist auch der Spiegel von *Cepphus grylle* deutlich erkennbar.

Bei den meisten Raubmöven erhält sich das braungefleckte Jugendkleid auch im Alter. Das Dunenkleid ist bei Möven hellbraun mit mehr oder weniger deutlich in Längsreihen stehenden Flecken, die auf die Längsstreifen der Steissfüße zurückgeführt werden können. Das Jugendkleid zeigt wohl ohne Ausnahme Spuren einer braunen Querfleckung. Bei den Raubmöven erhalten sich diese braunen Flecken meistens, während bei den übrigen Möven und Seeschwalben eine Umfärbung stattfindet, die sich in bläulichgrauer, schwarzer Farbe des Rückens, oder vollkommener schwarzer oder weißer Einfärbigkeit des Sommerkleides kund giebt. Von der ursprünglichen Zeichnung erhält sich zuweilen der Augenstreif oder ein Rest derselben in Gestalt eines unscheinbaren schwarzen Fleckchens vor dem Auge. Sehr schön finden wir die ursprüngliche Längsstreifung auf Kopf und Hals der Säger (*Serrirostres* und *Mergidae*) erhalten, einer Gattung, die gewöhnlich in die Unterordnung der *Lamellirostres* einbegriffen wird, die indessen, wie Eimer hervorhebt, durch die Form ihres Schnabels, durch die Gestalt ihres Körpers, ihre Stellung und Lebensweise den Scharben nahe steht und sich, da ihre Schnabelränder nur gezähnelt sind, der Schnabel also kein eigentlicher Blätterschnabel ist, von den übrigen Entenvögeln abgrenzt. Außer der sehr ursprünglichen Hals- und Kopfzeichnung ist die Zeichnung und Färbung der Säger mehr entenartig und zwar schließen sich ihnen am nächsten die Schellenten an. Dies gilt in erster Linie vom Dunenkleid, das in Gestalt von 6 weißen Flecken im Braun des Rückens Reste der in Streifen auftretenden Grundfarbe der Steissfüße darstellt. Ihnen entspricht auch die Zeichnung der alten Säger und Schellenten. Auch der Spiegelstreif hat sich bei den Sägern entenartig gestaltet, indem er sich zu einem weißen oder schwarz-weißen Spiegel ergänzt, ähnlich wie auch bei *Cepphus grylle*.

Bei den Enten ist das Dunenkleid übereinstimmend mit den Sägern ziemlich weit fortgeschritten, so aber, dass sich immer noch die ursprüngliche Zeichnungsanlage erkennen lässt. Besonders deutlich erhalten sich Augen- und Oberkieferstreif. Das weibliche wie auch das männliche Sommerkleid ist meist braungefleckt und zeigt einen weißen oder bunten Spiegel, oft auch noch einen Vorderspiegel. Im Prachtkleid erscheinen bei den Enten bedeutende Umfärbungen und Prachtfarben, besonders auf Kopf und Brust. In der Regel tritt auch eine oft gewellte sekundäre Querstreifung an der Rücken oder Bauchseite auf, die als Rieselung zu bezeichnen ist. Besonders mannigfaltig ist bei den Enten die Kopfzeichnung. Je nachdem die ursprüngliche Streifenzeichnung erhalten ist oder je nachdem sich diese zu einer Kappe oder sonst in irgend einer Weise umgebildet hat, unterscheiden die Verfasser Streifenenten, Kappenenten, Blässenten,

Schläfenfleckenten, Vorderaugenfleckenten, Braunfleckenten oder Enten mit einfarbigem Kopfe. Auf der niedrigsten Stufe stehen die Streifenenten, auf der höchsten die mit einfärbiger Kopfzeichnung. Es können nun verschiedene dieser Zeichnungen im Kleide eines und desselben Tieres vorkommen und außerdem können die verschiedenen Zeichnungsarten bei derselben Art in verschiedenen Kleidern auftreten, in der Weise, dass die ursprünglichen Zeichnungsmerkmale in der Jugend und im weiblichen Kleid, die vorgeschrittensten gewöhnlich im Prachtkleid erscheinen. Streifenzeichnung findet sich also besonders beim W., erhält sich aber zuweilen durch alle Kleider. Einfarbig ist vorzüglich der Körper der Männchen im Prachtkleid und zwar häufig mit Prachtfarben. Ursprüngliche Kopfzeichnung ist meistens auch mit ursprünglicher Körperzeichnung verbunden, so dass der Streifenzeichnung des Kopfes Querfleckung auf Rücken, Brust und Bauch entspricht. Als fortgeschrittenere Zeichnungsstadien sind Rieselung, Einfarbigkeit und zwei oder Mehrfarbigkeit aufzufassen. Häufig erfährt die Zeichnung und Färbung der Brust, die bei ursprünglicheren Formen mit der Gesamtfärbung und Zeichnung zusammenhängt, eine Umfärbung, welche mit der des Kopfes übereinstimmt und besonders im Prachtkleid des Männchens eigenartig und schön erscheint, in anderen Fällen setzt sich die Färbung der Brust dagegen scharf von derjenigen des Kopfes ab, oder wird durch einen weißen, schwarzen oder blauen Ring von Hals und Kopf getrennt. Bei der Brand- und Eisente verbreitert sich dieser Ring auf den oberen Teil der Brust, so dass dieselbe aus zwei scharf abgesetzten Farben: Weiß und Rostrot bezw. Braun besteht. Im Jugendkleid beider Enten geht die ursprüngliche dunkle Brustfärbung noch ganz bis zum Hals hinauf. Eine sehr große Rolle im Prachtkleid der Enten spielt auch die Ausbildung des Spiegels, auf die ich indessen hier nicht im einzelnen eingehen kann.

Bei den Gänsen beobachten wir, dass beide Geschlechter viel häufiger gleich gefärbt und gezeichnet sind als bei den Enten. Zeichnung und Färbung sind im allgemeinen ebenfalls sehr vorgeschritten. Querstreifung wiegt vor, sie ist überall oben, häufig auch unten vorhanden. Außerdem tritt z. B. bei *Anser aegyptiacus* die wellige Querstreifung, die Rieselung vieler Enten in beiden Geschlechtern auf. Bei dieser Gans hat sich auch ein schöner grüner Spiegel erhalten nebst verschiedenen anderen Eigenschaften, die eine nahe Verwandtschaft mit den Enten vermuten lassen, besonders mit *Fuligula* und *Vulpanser*. Dem Dunenkleid der ägyptischen Gans soll nach Naumann eine ziemlich ursprüngliche Längsstreifung erhalten sein. Bei Graugänsen sind noch Reste eines Spiegels vorhanden, bei Schnee- und Ringelgänsen verschwindet derselbe vollends ganz.

Den höchsten Grad der Ausbildung ihres Kleides haben die Schwäne erreicht. Sie sind meist vollkommen einfarbig geworden, ihr mehrfarbiges Jugendkleid weist indessen auf Abstammung von Gänsen hin, auch kommt beim Höckerschwan (*Cygnus olor*) eine schwarze Schnabelumgrenzung vor, die sich bis zum Auge fortsetzt und vielleicht, wie auch ein dunklerer Fleck an der Schläfe mit dem Augenstreif identisch ist.

Was nun die Verwandtschaftsverhältnisse der Schwimmvögel betrifft, welche Eimer und Fickert auf Grund ihrer Zeichnung, verbunden mit den hauptsächlichsten anatomischen Merkmalen aufgestellt haben, und die ich im Vorstehenden anzudeuten versuchte, so decken sich die Auffassungen

der Verfasser bezüglich der Steissfüße, Sectaucher, Sturmvögel, Ruderfüßer, Säger und Entenartigen im wesentlichen mit den Anschauungen Fürbringer's. Bezüglich der Alken, Pinguine und mövenartigen Vögeln ist Fürbringer zu anderen Resultaten gelangt.

Nicht weniger wichtig als die systematischen Bezeichnungen der Formen sind die Bestätigungen der Zeichnungsgesetze, die bei dem Studium der Vogelzeichnung wieder aufs schönste zu Tage treten. Sehr merkwürdig und von größter Wichtigkeit ist in erster Linie die Uebereinstimmung der Zeichnung des Dunenkleides von *Podiceps* mit der Grundzeichnung der Reptilien und Amphibien. Die Umbildung des ursprünglichen längsgestreiften Kleides geschieht in denselben Richtungen wie bei allen anderen Tiergruppen, beginnend mit Längsfleckung und endigend mit Einfärbigkeit. Mehr als bei vielen anderen Tieren, mehr z. B. als bei Eidechsen und Molchen beobachtet man bei Vögeln die Ergebnisse der verschiedenstufigen Entwicklung, der Heterepistase, wonach verschiedene Teile des Gesamtkörpers verschiedene Entwicklungsstufen einnehmen. Kaleidoskopische Umbildung spielt meist in der Gestaltung des Prachtkleides eine hervorragende Rolle. Erschwerend für die Aufstellung systematischer Beziehungen tritt uns, wie überall so auch hier, unabhängige Entwicklungsgleichheit entgegen, während besonders bei den Enten die Ontogenese häufig durch ständigen Verwandlungs- oder Stammesrückschlag (metamorphische und phyletische Palaetropie) gefälscht erscheint. Es kommt nämlich bei den Prachtkleidern der Männchen oder bei den M. überhaupt vor, dass Eigenschaften von Vorfahren auftreten, die für das Geschlecht und die Art kennzeichnend sind; eine Erscheinung, die Eimer als männliches Beharren oder Arrenepistase bezeichnet. Die verschiedenen Arten werden dagegen auch bei den Vögeln durch Epistase, durch Stehenbleiben in der Entwicklung der einen Individuengruppe und Weiterentwickeln der anderen, gebildet.

v. L. [32]

Untersuchungen über die Färbung und Zeichnung von Arthropoden.

Es sind im Laufe letzten Jahres zwei Arbeiten erschienen, in welchen die Zeichnungsverhältnisse von Arthropoden-Gruppen besprochen werden, die bis jetzt in dieser Richtung noch keiner eingehenderen Betrachtung unterworfen worden sind. Die eine von Graf Attems (Graf Attems, Dr. C., Ueber die Färbung von *Glomeris* und Beschreibung neuer oder wenig gekannter palaearktischer Myriapoden, Archiv für Naturgesch., 66. Jahrg., I. Bd., 3. Heft, 1900) behandelt die Zeichnung der formenreichen Myriapodengattung *Glomeris*. Attems fand, dass bei der Bildung der zahlreichen Färbungsvarietäten stets eine gewisse Gesetzmäßigkeit zu erkennen sei, dass sich die Zeichnung nach bestimmten Richtungen umgestalte. So beobachtete er, dass in der hellen Grundfarbe das schwarze Pigment zuerst in Form einer ziemlich gleichmäßigen über die ganze Fläche verteilten Sprenkelung (*conspersa* und Verwandte), oder aber, was das weitaus Häufigere ist, in zusammenhängenden Längsstreifen aufzutreten pflegt. Zunächst waren die Längsstreifen in der Vierzahl beobachtet. Attems bezeichnet die beiden medianen Streifen mit **1**, die

beiden lateralen mit **2**, die die Streifen trennenden Bänder der Grundfarbe mit **m** bezw. mit **a** und den Randsaum lateral von **2** mit **b**. Zuerst sind die Streifen stets schmal, verbreitern sich indessen allmählich, so dass die die Streifen trennenden Bänder der Grundfarbe sogar ganz verdrängt werden können, häufig ist dies mit **m** der Fall (*H. connexa*). Ferner können die Streifen an ihren vorderen und hinteren Enden miteinander mehr und mehr verschmelzen, so dass die eingeschlossenen Reste der Grundfarbe zu immer kleineren runden Flecken werden. Viele, besonders ältere Exemplare von *connexa* besitzen meist nahe dem Seitenrand ein drittes Paar von schwarzen Längsstreifen **3**, die vom Flügelrand gewöhnlich durch einen schmalen Saum der Grundfarbe abgetrennt sind (*hexasticha*, *ornata*, *multistriata*, *pusilla* u. a.), ja es kann sogar ein viertes Streifenpaar erscheinen (*tridentina*). Bei weiterer Ausbreitung des schwarzen Pigmentes kommt es schließlich dazu, dass die Bänder der Grundfarbe **m** und **c** ganz verdrängt werden und dass von der hellen Färbung nur vier Längsreihen dunkler Flecken (aa, bb) übrig bleiben, (*stellifera ornato-guttata? perplexa*). Diese Flecken werden von dem sich noch weiter ausbreitenden Schwarz in Form einer Marmorierung durchzogen. Die Verdunkelung der Zeichnung und damit das Schwinden der aus der Grundfarbe gebildeten Flecken, vollzieht sich von hinten nach vorn. Die Flecken werden also erst auf den Abdominalsegmenten und dann auf den Thoracalsegmenten verdrängt, so bleiben sie auch auf dem Brustschild länger bestehen als auf dem Rückenschild (Postero-anteriore und dorsoventrale Umbildung). Später als in **m** und **b** schwindet die Grundfarbe in der Reihe **a**. Im allgemeinen bilden die Zeichnungsmerkmale deutliche Uebergänge zwischen den einzelnen Gruppen, wenn auch auf Grund unabhängiger Entwicklungsgleichheit nahezu bei allen Formen einzelne fast ganz schwarze Individuen beobachtet werden.

Es ist interessant, dass also auch bei den Myriapoden die Zeichnung von der Längsstreifung auszugehen pflegt und allmählich durch queres Verwachsen der Längsstreifen zur Einfärbigkeit führt. Ebenso bemerkenswert ist es, dass diese Umbildung in postero-anteriorer und dorso-ventraler Richtung fortschreitet.

Die zweite Arbeit von Jacobson (Jacobson, G., Ueber die Flügeldeckenmackel der Coccinelliden. Horae Soc. Entom. Ross. Tom. XXXIV, 1900, p. 6—12 (russisch mit deutsch. Rés.) referiert in: Zool. Centralblatt VII Jahrg. No. 20 v. Adelung.) bildet einen Beitrag zur Ontogenese der Käferzeichnung. Es fand sich, dass ontogenetisch bei gezeichneten Käfern die helle Färbung die primäre sei (*forma livida*). Die erste dunkle Zeichnung tritt nach Jacobson bei Coccinellen nicht in Gestalt von Längsstreifen auf, wie es Escherich für die Vertreter der Gattung *Zonabris* festgestellt hat, sondern in Form von Flecken (*forma maculata*). Diese vereinigen sich, ähnlich wie wir es auch bei der Myriapodenzeichnung gesehen haben, durch laterale Verbreiterung zu Querstreifen (*forma tigris*) und die Verschmelzung der Querstreifen führt wiederum zu dunkler Einfarbigkeit. Jacobson hat ferner verfolgt, dass die dunkelste Varietät einer Art bei ihrer Ausfärbung nacheinander die Stadien der helleren Varietäten durchläuft, eine Beobachtung, die auf das Neue beweist, was zuerst von Eimer betont worden ist, dass das biogenetische Gesetz auch auf die Entwicklung der Tierzeichnung seine Anwendung findet. **v. L.** [31]

Ueber den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer.

Von **W. Biedermann.**

Mit einer ausgedehnteren Untersuchung über die Art der Abscheidung des Calciumkarbonates als Skelettsubstanz innerhalb der Tierreihe beschäftigt, stieß ich vor einiger Zeit auf eine höchst auffallende Thatsache, die mir für alle hier in Betracht kommenden Fragen von großer Bedeutung zu sein scheint. Da es aber voraussichtlich noch längere Zeit dauern dürfte, ehe die sich anschließenden Untersuchungen als beendet gelten können, so sei es gestattet, hier zunächst nur das Wesentlichste mitzuteilen.

In einer demnächst in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft 36. Bd. erscheinenden größeren Abhandlung über Bau und Wachstum der Molluskenschalen, habe ich u. a. gezeigt, dass bei der Schalenbildung Calciumphosphat eine ganz wesentliche Rolle spielt, indem es die jüngsten wachsenden Schalenteile zunächst anscheinend allein bildet. Dieser Umstand legte natürlich sofort die Frage nahe, woher dann schließlich der kohlensaure Kalk kommt und auf welche Weise er gebildet wird.

Ein sehr geeignetes Untersuchungsmaterial schien mir in dieser Beziehung der Crustaceenpanzer zu liefern, dessen aus Chitin bestehende organische Grundlage nach jeder Häutung durch Aufnahme von reichlichen Kalksalzen erst ihre normale Härte und Festigkeit gewinnt. Es findet sich darin sowohl Calciumkarbonat wie auch Phosphat in reichlicher Menge. Agnes Kelly (Beiträge zur mineralog. Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich; Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1901, 35. Bd., N. F. 28. B., p. 455) führt an, dass im Panzer von *Astacus* $\begin{cases} CaCO_3 \ldots 48{,}5\,\% \\ Ca_3(PO_4)_2 \ldots 6.1\,\% \end{cases}$ enthalten sind, womit auch die Angabe von Schmidt stimmt, der $\begin{cases} CaCO_3 \ldots 46{,}25\,\% \\ Ca_3(PO_4)_2 \ldots 7{,}02\,\% \end{cases}$ findet.

Viel reicher an Phosphat scheint nach den Analysen desselben Autors der Panzer von *Squilla* zu sein. $\begin{cases} CaCO_3 \ldots 19{,}51\,\% \\ Ca_3(PO_4)_2 \ldots 17.66\,\% \end{cases}$

Werden zerkleinerte Stücke des Hummerpanzers mit verdünnter HCl übergossen, so verrät sich der kohlensaure Kalk sofort durch das starke Aufschäumen. Die klare saure Lösung liefert mit NH_3 einen reichlichen flockigen Niederschlag (I). Prüft man das Filtrat mit Ammoniumoxalat auf Kalk, so entsteht ein äußerst massiger Niederschlag (II) von Kalkoxalat. Der Niederschlag (I) wird in Essigsäure gelöst und erwärmt. Die klare Lösung mit oxalsaurem Ammoniak versetzt, giebt ebenfalls einen reichlichen Niederschlag von Kalkoxalat (III). Dieser bei der Untersuchung des Ammoniakniederschlages (I) gefundene Kalk ist als Calciumphosphat zu rechnen, da andere anorganische Verbindungen des Calcium durch NH_3 bei Gegenwart von Chlor-

ammonium nicht gefällt werden. Mit einer Lösung von Ammoniummolybdat in HNO_3 giebt demgemäß der Niederschlag (I) ein reichliches gelbes krystallinisches Sediment.

Ueber die Art nun, wie diese Kalksalze innerhalb der organischen Grundsubstanz abgelagert sind, scheint, so viel ich habe finden können, noch recht wenig bekannt zu sein. Agnes Kelly (l. c.) giebt an, dass in den Hautskeletten verschiedener Gliedertiere „amorphes" $CaCO_3$ vorkomme, vor allem durch den Mangel der Doppelbrechung charakterisiert. „Die Panzer von *Astacus*, *Julus* und *Squilla* . . . brausten stark bei Säurezusatz, jedoch zeigt sich entweder keine Spur von Doppelbrechung, oder es waren nur einzelne, hier und da im Bereiche eines Schliffes verstreute Krystallsphaeroïde sichtbar." Berücksichtigt man aber die Thatsache, dass Chitingebilde vielfach an sich außerordentlich stark doppeltbrechend sind, wie denn auch entkalkte Schliffe aus Hummerpanzern zwischen gekreuzten Nicols stellenweise höchst charakteristische Polarisationserscheinungen zeigen, so ist klar, dass es nicht so ohne weiteres angeht, auf das optische Verhalten des in solchen Teilen abgelagerten Calciumkarbonates Schlüsse zu ziehen.

Es bedarf jedenfalls vorher noch einer viel genaueren histologischen Untersuchung verkalkter Chitinskelette, ehe man endgiltig über die Art der Ab- oder Einlagerung von Kalk innerhalb der organischen Grundsubstanz urteilen kann. Jedenfalls aber zeigt dieselbe manche Besonderheiten im Vergleich mit Molluskenschalen.

Beim Hummer finde ich die äußerste Schichte des Panzers so zu sagen gepflastert mit einer kontinuierlichen Lage schön entwickelter ziemlich großer Sphaeriten, welche ganz dicht zusammenschließen und zwischen gekreuzten Nicols das charakteristische Kreuz zeigen. So ist es nach mir vorliegenden Präparaten auch bei anderen Crustaceen. Ein ganz anderes Bild gewährt dagegen ein möglichst dünner Flächenschliff aus einer tieferen Schichte des Panzers. Hier ist von irgendwie geformten Kalkpartikeln nichts zu sehen; im gewöhnlichen Lichte scheint die ganze Fläche fein punktiert als Ausdruck der zahllosen Porenkanälchen, welche die Chitinschichten senkrecht durchsetzen. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt sich das ganze Präparat ziemlich gleichmäßig matt leuchtend, ohne dass irgendwo auch nur die kleinsten begrenzten Kalkgebilde sichtbar würden.

Alles dies ändert sich rasch und in auffälligster Weise, wenn ein solcher Schliff in destilliertes Wasser gebracht wird. Miss Kelly giebt an, dass Kügelchen von „amorphem" Kalk, wie sie z. B. in den *Oesophagus*-Drüsen (Kalkdrüsen) des Regenwurmes vorkommen, beim Befeuchten mit Wasser sofort krystallinisch und damit stark doppeltbrechend werden. Darum handelt es sich aber im vorliegenden Falle nicht. Schleift man aus einem frischen oder auch in dünnem Spiritus

aufbewahrten Armgliede vom Hummer ein recht dünnes Plättchen der weißen (mittleren) Schalenschicht parallel der Oberfläche auf einer Feile unter Zusatz von Wasser, so erweist sich der Feilschlamm zusammengesetzt aus den Trümmern organischer Substanz (Chitin), anderenteils aber aus zahllosen, stark doppeltbrechenden krystallinischen Körperchen, so dass die ganze Masse zwischen gekreuzten Nicols glitzert. Das Plättchen selbst zeigt zunächst nichts von solchen Gebilden, lässt man es aber in Wasser liegen, so bedeckt es sich in kurzer Zeit mit anfangs sehr kleinen doppeltbrechenden, tafelförmigen oder länglich prismatischen Kryställchen, welche sehr rasch wachsen und sich bald zu wohlausgebildeten, großen monoklinen Prismen entwickeln, die oft so dicht bei einander liegen, dass von der Grundsubstanz nur wenig dazwischen sichtbar bleibt. Schleift man den

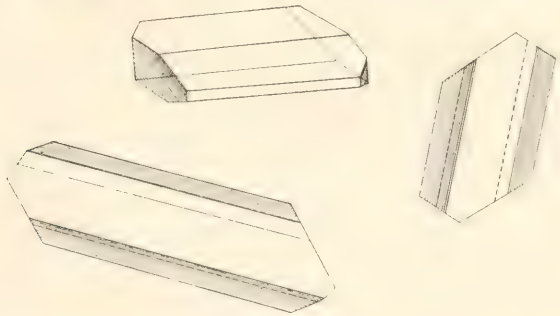


Fig. 1.

Krystallbelag wieder am Steine ab, so bilden sich im Wasser neuerdings die gleichen Krystalle und man kann so den Versuch mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholen.

Bringt man ein solches Präparat in Essigsäure, so tritt sofort lebhafte Gasentwicklung ein und die Krystalle verschwinden anscheinend ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen. Um das umständliche Schleifen zu vermeiden, kann man es sich genügen lassen, an dem betreffenden Skelettteil einfach eine Schlifffläche mit der Feile zu machen und das ganze Stück dann für 12—24 Stunden ins Wasser einzulegen. Man findet dann selbst an alten schon ganz trockenen Panzerstücken die Schlifffläche in ihrer ganzen Ausdehnung bedeckt mit besonders großen (bis zu 0,5 mm), lebhaft glänzenden und vollkommen regelmäßig entwickelten Krystallen, die man mit einem Skalpell leicht abschaben und sammeln kann. Von ihrer Form, die noch genauer krystallographisch untersucht werden soll, mag die beistehende Figur (1) eine Vorstellung geben; sie sind vollkommen farblos, durchsichtig und sehr stark doppeltbrechend.

Ueber die Entstehung dieser Krystalle, namentlich über den zeitlichen Verlauf derselben kann man sich an frischem Feilmehl der

Panzer oder noch besser an ganz dünnen Hobelspähnchen überzeugen, wie sie leicht durch Schaben mit einem Messer zu gewinnen sind. Untersucht man dieselben trocken oder nach Zusatz von Alkohol oder Glycerin zwischen gekreuzten Nicols, so erscheinen die Fragmente gleichmäßig matt leuchtend im dunkeln Gesichtsfelde. Setzt man aber Wasser zu, so blitzen nach wenig Minuten an zahllosen Stellen glänzend helle Punkte auf, die sich rasch zu deutlichen Kryställchen entwickeln. Lässt man ein solches Präparat mit dem Deckgläschen bedeckt und vor Verdunstung geschützt mehrere Stunden stehen, so findet man nachher wieder dieselben prachtvoll entwickelten großen Krystalle in Menge vor, welche teils an den Chitinspähnchen sitzen, teils auch frei in den Zwischenräumen im Wasser liegen. Hat man ganz fein geriebenes Feilmehl zu dem Versuch verwendet, so verschwinden die Chitinpartikelchen fast zwischen der Masse der Krystalle und man könnte sogar zu der Meinung kommen, es habe sich überhaupt alles in solche Krystalle verwandelt. Bei Zusatz von Essigsäure lassen sich aber natürlich immer leicht die Chitinreste nachweisen.

Ganz ebenso wie das Hummerskelett verhält sich auch der verkalkte Chitinpanzer des Flusskrebses. Man braucht nur an beliebiger Stelle etwas davon mit dem Messer abzuschaben und die Spähnchen mit Wasser einzudecken, um nach wenigen Minuten überall im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskopes hellschimmernde Kryställchen auftauchen zu sehen, welche zu ganz ähnlichen, großen, prismatischen Krystallen heranwachsen wie beim Hummer; nur sind sie im allgemeinen etwas schmächtiger und zeigen vielfach einen plattigen (drusigen) Bau.

Der Umstand, dass die Krystalle sich, wie schon erwähnt, nicht nur an der Oberfläche der Chitinteile bilden, sondern vielfach auch ganz frei im Wasser, zeigt schon, dass offenbar etwas aus dem Chitin herausgelöst wird, was alsbald krystallisiert. Die Raschheit, mit welcher dies aber geschieht, macht es sehr schwer, eine an der fraglichen Substanz irgend reichere und von Chitinresten ganz freie Lösung zu gewinnen. Gleichwohl gelingt dies wenigstens bis zu einem gewissen Grade.

Wenn man von einer Hummerschere eine größere Menge von Feilmehl in einer Reibschale möglichst rasch zunächst mit ganz wenig Wasser verreibt, dann mehr Wasser aufgießt und so rasch wie möglich filtriert, so fallen aus dem alkalisch reagierenden Filtrat beim Stehen alsbald kleine aber wohlausgebildete stark doppeltbrechende Kryställchen aus, an deren Identität mit den sonst erhaltenen gar nicht zu zweifeln ist.

Nicht bloß bei Zusatz von Wasser bilden sich aus der Substanz des Crustaceenpanzers die in Rede stehenden Krystalle, sondern ebenso

auch bei Zusatz von selbst sehr starken Lösungen von Neutralsalzen ($NaCl$, KCl, Na_2SO_4). Auch brauchen die Chitinteile keineswegs ganz frisch zu sein. Selbst wochenlanges Liegen in Alkohol hindert die Krystallbildung nicht ganz, obschon dann die Resultate sowohl in quantitativer, wie qualitativer Hinsicht bedeutend zurückstehen. Auch lange Zeit getrocknete Panzerteile liefern immer noch einige gut entwickelte Krystalle. Daneben aber bilden sich bei Behandlung der Chitinspähnchen mit Wasser in immer zunehmendem Maße, je länger schon die Teile in Alkohol oder trocken lagen, sehr kleine runde oder stäbchenförmige stark doppeltbrechende Sphaeriten, welche oft in außerordentlich großer Zahl das ganze Präparat durchsetzen. Es erinnern diese Kalkgebilde durchaus an jene, welche sich aus dem Mantelsekret von Helix immer zunächst an Stelle einer Schalenverletzung bilden. Auch bei Präparaten von Flusskrebs sah ich neben den typischen großen Krystallen häufig gruppenweise kleine längliche Kalkkörperchen auftreten, welche oft zu runden sphaeritischen Aggregaten zusammentreten, die teils frei im Wasser entstehen, teils den Chitinspähnchen einzeln oder gruppenweise aufsitzen.

In der Form solcher größerer oder kleinerer Sphaeriten scheidet sich, wie man seit lange weiß, der kohlensaure Kalk in der Regel aus Flüssigkeiten aus, welche kolloïde organische Substanzen (Eiweiß, Leim, Mucin etc.) gelöst enthalten. Dies ist aber im vorliegenden Falle nicht zu konstatieren. Der Umstand, dass solche Sphaeriten unter den erwähnten Bedingungen um so reichlicher aus der Substanz des Crustaceenpanzers gewonnen werden, je ungünstiger die Bedingungen für die Entstehung der großen Krystalle sind, legt den Gedanken nahe, dass beiderlei Gebilde trotz ihres gänzlich verschiedenen Charakters aus derselben Muttersubstanz entstehen, die offenbar nur im Laufe der Zeit ihre Eigenschaften resp. ihre Zusammensetzung ändert. Da die Sphaeriten zweifellos der Hauptsache nach aus ($CaCO_3$) bestehen, so drängt sich die Vermutung auf, dass auch die Krystalle wenigstens z. T. aus $CaCO_3$ gebildet werden. Dass es sich aber nicht um reinen kohlensauren Kalk handelt, geht sowohl aus der Krystallform, wie vor allem auch aus ihrem gleich zu schildernden sonstigen Verhalten hervor. Dass sich die Krystalle in Säuren anscheinend ohne Rest lösen, wurde schon bemerkt. Um die Einwirkung derselben, wie überhaupt chemischer Reagentien genauer zu studieren, muss man sehr verdünnte Lösungen benützen und dieselben den unter Deckglas in Wasser liegenden Krystallen vom Rande her zufließen lassen. In diesem Falle äußert sich die erste Einwirkung verdünnter Essigsäure an großen, gut ausgebildeten Krystallen zunächst nur an der Oberfläche. Es bildet sich eine blasse, nicht mehr doppeltbrechende und etwas granulierte Rindenschicht, welche in der Folge immer mehr nach innen greift, so dass bald nur ein kleiner, länglich runder, doppeltbrechender Kern vor-

handen ist, der nun inmitten des noch von regelmäßigen Flächen begrenzten Krystalles liegt, dessen Hauptmasse dann in der Regel eine sehr deutliche konzentrierte Schichtung zeigt, wobei die Schichtenlinien im gewöhnlichen Lichte auffallend dunkel erscheinen (Fig. 3).

Diese Schichtung erhält sich bei sehr langsamer Säurewirkung auch dann noch, wenn schon der letzte innerste Kern doppeltbrechender Substanz eingeschmolzen ist und der Krystall zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Lage völlig dunkel bleibt. In der Regel beginnt aber schon früher wieder vom Rande her eine Aufhelllung der Krystallmasse, welche nun vollkommen homogen und zugleich äußerst schwach lichtbrechend sind, so dass man kleinere, zwischen andern Partikeln gelegene Krystalle leicht ganz aus dem Auge verliert. Bei Anwendung stärkerer Säurelösungen spielt sich der ganze Vorgang unter lebhafter Gasentwicklung so rasch ab, dass man immer in Zweifel bleibt, ob ein

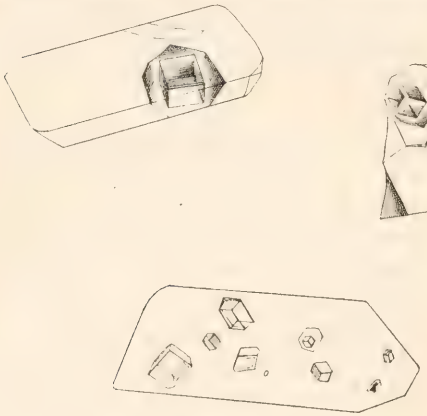


Fig. 2.

Fig. 3.

in Säure unlösliches „Stroma“ der Krystalle übrig bleibt oder nicht. Viel geeigneter als Essigsäure erweist sich stark verdünnte Chromsäure. Hier bleibt die Schichtung prachtvoll erhalten und ebenso auch die Form des ganzen Krystalles (Fig. 3). Man kann solche Krystallskelette dann auch in Glycerin aufbewahren, ohne dass sie sich weiter verändern.

Von der wichtigen Thatsache, dass die in Rede stehenden sonderbaren Krystalle ausnahmslos ein aus organischer Substanz bestehendes Stroma enthalten[1]), kann man sich auch durch die Anwendung geeigneter Tinktionsmittel überzeugen.

1) Anm.: Es sei ausdrücklich erwähnt, dass der Ausdruck „Stroma“ hier nicht in dem Sinne zu verstehen ist, dass die organische Substanz nur so zu sagen das Skelett bildet, in dessen Zwischenräumen die anorganische liegt, sondern es handelt sich ohne Zweifel um eine chemische Verbindung beider und nicht etwa bloß um ein Nebeneinandersein im morphologischen Sinne.

Setzt man einer Jod-Jodkaliumlösung eine Spur Essigsäure zu und verwendet dieses Gemisch zur Entkalkung der Krystalle, so prägen sich die geschilderten Erscheinungen viel schärfer aus als mit verdünnter Essigsäure allein. Wieder bildet sich eine trübe, granuliert-streifige Rindenschicht, indem die doppeltbrechende Substanz von außen her so zu sagen einschmilzt. Gleichzeitig aber nimmt die ganze Rindenschicht einen leicht gelblichen Ton an und man erkennt nun noch deutlicher, dass die konzentrisch-lamelläre Schichtung auf einer regelmäßigen Abwechslung etwas stärker lichtbrechender Streifen und mehr homogener oder zart granulierter Lagen beruht. Schließlich bleibt immer ein ganz blasses, durch Jod leicht gelblich tingiertes Skelett zurück, welches namentlich bei größeren Krystallen geschrumpft und faltig erscheint, bei kleineren aber oft noch die Form des Krystalles sehr gut erkennen lässt. Häufig erscheinen dann die schiefen Endflächen der länglich prismatischen Krystallstromata etwas gewulstet und stärker glänzend.

Diese organischen Reste sind nun leicht färbbar und eignet sich namentlich eine mit Essigsäure schwach angesäuerte Lösung von Säurefuchsin zu diesem Zwecke vorzüglich. Nimmt man zu dem Versuch größere Krystalle, so bleibt nach völliger Auflösung des Kalkes eine faltige membranöse Masse zurück, welche kaum noch die Form des ursprünglichen Krystalles erkennen lässt und sich mit dem Farbstoff intensiv rotviolett färbt. Setzt man dann verdünnte Kalilauge zu, so lösen sich unter gleichzeitiger Entfärbung die Stromata leicht und vollständig auf. Sehr intensiv gelb gefärbte organische Skelette erhält man, wenn die Krystalle zunächst mit sehr verdünnter (HNO_3) entkalkt und dann Jod-Jodkaliumlösung zugesetzt wird.

Lässt man einen Tropfen Millon'sches Reagenz seitlich vom Deckglas her zu den in Wasser liegenden Krystallen zufließen, so entsteht an der Grenze der Wirkungszone an und um jeden Krystall sofort eine massige Ausscheidung dunkelrotbrauner Nadeln und krystallinischer kleiner Drusen und Körnchen von gleicher Farbe. Jeder Krystall ist von solchen hofartig umgeben und erscheint an seiner Oberfläche dicht damit besetzt. Wirkt dann die saure Lösung in der Folge stärker ein, so löst sich dieser braune Niederschlag wie auch die Krystalle selbst sofort auf. Es handelt sich dabei einfach um Ausfällung von Quecksilberoxyd, infolge beginnender Auflösung der aus alkalischen Kalksalzen bestehenden Krystalle.

Man kann sich leicht überzeugen, dass neben $CaCO_3$ auch Calciumphosphat in die Zusammensetzung derselben eingeht. Bringt man zu einigen trockenen Krystallen einen Tropfen salpetersaure Ammonium-Molybdat-Lösung, so lösen sich jene unter lebhafter Gasentwicklung und es entstehen alsbald zahlreiche gelbe Oktaëder, so dass das Vorhandensein von Phosphorsäure als sicher erwiesen

gelten darf. Dies wird auch durch das sehr eigentümliche Verhalten der Krystalle gegen Kalilauge bestätigt. Lässt man zu gut ausgebildeten, großen Krystallen verdünnte Kalilauge zufließen, so färbt sich im ersten Momente der Einwirkung die Oberfläche gelbbraun, indem sich eine Art Rinde bildet, welche allmählich den ganzen Krystall einhüllt; nach und nach wird derselbe immer dunkler braun und undurchsichtiger und gewinnt bald dasselbe schwärzlich trübe Aussehen, welches bei Zusatz einer konzentrierten Lauge momentan eintritt. In solchem Falle werden die Krystalle fast augenblicklich ganz undurchsichtig und dunkel schwärzlich im durchfallenden Licht. Verfolgt man den Vorgang genauer, so überzeugt man sich, dass es sich dabei um eine Umkrystallisation handelt, wobei die ganze Masse des Krystalls von zahllosen kleinen Kryställchen anderer Form durchsetzt ist. Nach einiger Zeit entstehen dann sowohl an der Oberfläche der Krystalle wie in deren Umgebung unzählige hexagonale Plättchen, deren Auftreten bei Zusatz von Kalilauge für das Vorhandensein von Calciumphosphat charakteristisch ist, worauf ich zuerst in meiner oben erwähnten Arbeit über Molluskenschalen hingewiesen habe.

Höchst auffallend ist die große Unbeständigkeit der Krystalle. Schon mehrtägiges Liegen in kaltem, destilliertem Wasser bedingt eine sichtbare Zersetzung derselben. Im Innern bemerkt man dann vielfach große, rundliche Höhlungen, welche mit blättrig gebauten Krystalldrusen ausgefüllt sind. Außerdem entstehen an der Oberfläche unregelmäßig bandförmige Gebilde, welche im durchfallenden Licht dunkel aussehen und aus kleinsten krystallinischen Körperchen bestehen, die offenbar aus der Zersetzung der Substanz des Krystalls hervorgegangen sind.

Erwärmt man die Krystalle mit Wasser auf dem Objektträger, so zerfallen sie sofort in lauter rhomboëderähnliche, sehr stark doppeltbrechende, kleinere und größere Bruchstücke und jeder solcher Haufen ist in der Regel noch umgeben von einer Wolke ganz kleiner krystallinischer Körperchen. An größeren Krystallen kann man bei vorsichtigem Erwärmen mit Wasser sehr gut sehen, dass sich innerhalb der Krystallmasse Hohlräume (so zu sagen Vakuolen) bilden, in welchen je ein oder mehrere kleine Rhomboëder liegen.

Die Krystalle sind auch in absolutem Alkohol nicht haltbar. Schon nach 12 Stunden zeigen sie sich durchsetzt von zahlreichen kleinen stark lichtbrechenden Körperchen von meist rhomboëderähnlicher, manchmal auch länglich runder Form (nach Art kleinster Sphaeriten). Setzt man dann nach Entfernung des Alkohols Wasser zu, so zerklüften sich die Krystalle sofort schollig und blättrig in ganz unregelmäßige Teilstücke, die aber untereinander noch fest zusammenhängen und jene kleinen rhomboëdrischen Kryställchen einschließen.

Auch selbst in Balsam eingeschmolzene Krystalle erleiden im Laufe längerer Zeit ähnliche molekulare Umlagerungen.

Ein Schliffpräparat vom Hummerpanzer, welches beiderseits mit schönen großen Krystallen besetzt war, wurde nach Behandlung mit Alkohol und Nelkenöl in Balsam eingeschlossen. Nach 14 Tagen erschien die Mehrzahl der Krystalle in höchst charakteristischer Weise verändert (Fig. 2), indem in der Masse derselben Hohlräumchen entstehen, in welchen schön ausgebildete rhomhoëderähnliche Krystalle liegen, entweder je eines oder mehrere in Form einer Druse. Manche der Krystalle erscheinen förmlich zersprengt und liegen die Rhomboëder dann frei außerhalb der Masse des Krystalles. Nach dem optischen Verhalten handelt es sich in allen diesen Fällen nicht um echte Rhomboëder und daher auch nicht etwa um reinen kohlensauren Kalk

Höchst merkwürdig ist die Einwirkung von ganz reinem Glycerin auf die in Rede stehenden Krystalle. Es macht sich dann sehr bald eine von der Oberfläche her fortschreitende eigenartige Veränderung der Krystallsubstanz bemerkbar. Es entsteht eine einfach brechende Rindenschicht, welche allmählich an Dicke zunimmt und im optischen Längsschnitt eine sehr deutliche Streifung senkrecht zur Oberfläche erkennen lässt.

Dass es sich hier um eine Stäbchen- oder Faserstruktur handelt, ergiebt sich aus dem Bilde, welches bei hoher Einstellung die Oberfläche eines solchen Krystalles bietet. Man erkennt (am besten mit Immersionssystemen) eine sehr deutliche Punktierung oder eigentlich mosaikartige Felderung, wobei jedem Feldchen ein Stäbchen der Profilansicht entspricht. Ist mit der Zeit auch der innerste doppeltbrechende Kern geschwunden, so erscheint der ganze Krystall ohne Veränderung seiner ursprünglichen Form zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Lage absolut dunkel, verhält sich also in seiner Totalität wie ein isotroper Körper. Allmählich entstehen aber an der Oberfläche und in der nächsten Umgebung sehr kleine, dann größere, stark doppeltbrechende Kryställchen von rhomboëdrischer Form, welche schließlich den ganzen einfachbrechenden Kern umhüllen.

Beim Verschieben des Deckgläschens gelingt es leicht, die aus Rhomboëdern zusammengesetzte Rindenschicht abzustreifen und den Kern bloßzulegen. Derselbe zeigt deutlich jene Stäbchenstruktur und ist in Säuren sehr leicht löslich, während die Rhomboëder ungleich widerstandsfähiger sind.

Es scheint also, dass unter dem Einfluss des Glycerins eine vollkommene Scheidung der Krystallmasse in zwei verschiedene krystallinische Körper erfolgt, einen, welcher einfachbrechend die Form des ursprünglichen Krystalls bewahrt und einen zweiten, der sich in der nächsten Umgebung in Gestalt kleiner, sehr stark doppeltbrechender, rhomboëderähnlicher Kryställchen ausscheidet.

Ueberblickt man die geschilderten Eigenschaften, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass man es hier mit Krystallen zu thun hat, welche neben $CaCO_3$ auch reichlich Phosphat und außerdem eine wahrscheinlich eiweißartige, organische Substanz enthalten; es muss ferner angenommen werden, dass die Bestandteile der Krystalle in der organischen Grundsubstanz des Panzers (Chitin), ursprünglich in einer noch komplizierteren Verbindung existieren müssen, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass sie sich unter den verschiedensten Umständen und vor allem in Berührung mit Wasser sofort dissociiert, wobei sich jene äußerst schwer löslichen Krystalle ausscheiden, die nun auch ihrerseits wieder sehr unbeständig sind. Es bedarf kaum des besonderen Hinweises, dass das Vorhandensein einer solchen komplizierten Verbindung von Kalksalzen mit organischer Substanz für unsere ganze Auffassung von dem eigentlichen Wesen der Vorgänge, durch welche überhaupt Kalksalze bei der Bildung äußerer oder innerer Skelette abgeschieden werden, von großer Bedeutung ist. In dieser Beziehung ist es besonders bedeutungsvoll, dass es mir neuerdings gelungen ist, dieselben Mischkrystalle auch aus dem Blute des Hummers sowie des Flusskrebses zu gewinnen. Bringt man einen Tropfen auf den Objektträger, so lassen sich fast unmittelbar nachher zahlreiche, allerdings nur kleine doppeltbrechende Kryställchen zwischen gekreuzten Nicols nachweisen. Lässt man aber etwas von dem Blute auf einem Uhrschälchen an der Luft langsam eintrocknen, so bilden sich viele sehr schön entwickelte Krystalle, die vollkommen mit jenen aus dem Panzer übereinstimmen. Manche Beobachtungen, die ich seiner Zeit an wachsenden Molluskenschalen machte, machen es mir äußerst wahrscheinlich, dass es sich auch hier um ganz ähnliche, leicht dissociable, organische Kalkverbindungen handelt, welche das eigentliche Material für die Schalenbildung darstellen. Alle die zahlreichen sich hier aufdrängenden Fragen bedürfen aber freilich erst noch eingehender Untersuchung. [61]

Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines „Atlantischen Palolo" und deren Bedeutung für die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf biologische Vorgänge. Zugleich eine Beleuchtung der darwinistischen Betrachtungsweise.

Von **Benedict Friedlaender.**

(Schluss.)

Nun ist aber der Stammbaum der *Eunice viridis* und des einstweilen *Staurocephalus gregaricus* heißenden Wurmes leider nicht mehr mit Sicherheit zu eruieren. Mit dieser traurigen Thatsache haben wir uns zu allererst vertraut zu machen und darein zu finden. Aber selbst, wenn

der Stammbaum sich in allen Einzelheiten feststellen und sozusagen durch verschiedene geologische Zeitalter hindurch standesamtlich beglaubigen ließe, so würde uns das für das Wesentliche der Frage nicht das Allermindeste nützen. Die fragliche „Fortpflanzungsgewohnheit“, nämlich die Eigentümlichkeit, die Fortpflanzung am Tage des dritten Viertels zu besorgen, mag allmählich, d. h. in fortschreitender Annäherung oder plötzlich aufgetreten sein und sich vererbt haben. Wissen können wir das alles ja nicht; nehmen wir aber einmal an, wir wüssten es oder würden es durch die kunstvolle Geschicklichkeit der berufsmäßigen Stammbaumschnitzer erfahren. Was würden wir denn dann wissen? Wir würden in jeder wesentlichen Hinsicht genau so klug sein wie zuvor. Und auch das nur im besten Falle, nämlich bei den Urteilsfähigen. Die weniger Urteilsfähigen würden sogar übler daran sein als jetzt; denn sie würden sich einbilden, sie wüssten etwas rechtes, während jetzt doch auch sie einsehen müssen, dass wir in dieser Frage nichts wissen. Die Erkenntnis des Nichtwissens ist aber viel besser als die Einbildung, dass man etwas wisse. Vom pacifischen Palolo ist bekannt, dass er zu einer bestimmten Jahreszeit, an einem nach dem synodischen Mondesumlaufe vorher berechenbaren Tage und zu einer bestimmten Stunde dieses Tages die zu Fortpflanzungskörpern umgewandelten, mit Ei- oder Samenzellen angefüllten Hinterenden (oder, in der Kunstsprache, die „epitoken Strecken“) abstößt und dass diese dann in der wiederholt beschriebenen Weise an der Oberfläche einige Stunden lang unter Zerbrechen und unter Entleerung der Geschlechtsprodukte umherschwimmen. Nun fragt der wissenschaftliche Geist nach dem „Warum?“, nämlich nach den wesentlichen Bedingungen, die zur Veranlassung jenes Vorganges notwendig und zureichend sind. Die freie Natur liefert uns ja nur den unanalysierten Komplex von Bedingungen, wie er uns durch das Datum nebst Mondesphase und den von dieser abhängigen Erscheinungen, wie insbesondere den Gezeiten, gegeben ist. Sowohl der gesunde Menschenverstand als auch die Wissenschaft, die ja doch nur gleichsam eine Bewaffnung und eine bessere Ausstattung des gesunden Menschenverstandes ist, fragt nach dem „Wie“, d. h. er sucht zu erforschen, wie denn der Mond jene Wirkung zu stande bringe; oder mit anderen Worten, welche kausalen Zwischenglieder sich zwischen Mondesphase und Paloloerscheinung einschieben. Er fragt also danach, — da die Mondesphase als solche keinen Einfluss haben kann —, welche von der Mondesphase abhängigen Dinge die hier in Betracht kommenden sind, und er fragt ferner (was die eigentlich biologische Frage ist) nach der Art der Reizbarkeit der Palolowürmer, auf der, in physiologischer Hinsicht, ihr wunderbares, nämlich ungewöhnliches Verhalten beruhen muss. Diese einzig richtige und wissenschaftliche Fragestellung hatte ich schon in meiner ersten Notiz ganz scharf hervorgehoben. Was aber

thut nun der Darwinist? Er fragt in der Hauptsache nach — der Geschichte! Nach der Geschichte anstatt nach dem kausalen Zusammenhange, der doch gerade das eigentliche Objekt der rationellen Wissenschaft ist! Dabei übersieht er erstens, dass sich diese Geschichte selbst im Falle einmütigen Zusammenwirkens aller Phylogenetiker nicht rekonstruieren lässt, und dass zweitens die Rekonstruktion, selbst wenn sie möglich wäre, bezüglich der kausalen Erkenntnis so gut wie wertlos sein würde. Wir wollen aber dem Darwinismus ein Stück entgegenkommen und diskussionsweise einmal zugeben (was wir uns sonst, d. h. ernstlich, zu thun wohl hüten würden), dass der Palolo die wunderbare „Fortpflanzungsgewohnheit" („breeding habit") durch „natürliche Zuchtwahl" erworben habe; indem diejenigen, welche sich nicht nach der Mondesphase richteten, ausgestorben und nur diejenigen übrig geblieben seien, die sich zu der schönen Gewohnheit rechtzeitig bekehrt hatten. Alles das stimmt natürlich nicht; nehmen wir aber an, es sei richtig. Wenn es richtig wäre, so ließe es sich nicht nachweisen; nehmen wir aber sogar noch das an, es ließe sich auch nachweisen, so würde uns offenbar alles das weder zum Verständnis der gegenwärtigen „Gewohnheit" des Palolo, noch auch zu demjenigen der etwa vorhanden gewesenen historischen („phylogenetischen") Zwischenstufen auch nur das mindeste nützen. Auf die Frage, warum der Palolo am dritten Viertel aufsteigt u. s. w. würde, selbst im Falle der Kenntnis der ganzen Phylogenese, in allen ihren ewig unerforschbaren Details, die Antwort doch im Grunde nur dahin lauten, das alles sei deswegen so, weil es — schon lange so gewesen sei; es sei das nämlich von Vorteil für die Art und habe sich deswegen im Kampfe ums Palolodasein durch natürliche Zuchtwahl erhalten und vererbt. Nun mag das schon wer weiß wie lange so sein und mag sich auch immerhin vererbt haben (was es wohl, d. h. die biologischen und physiologischen Eigenschaften, auch wirklich gethan hat); aber die jedesmal gegenwärtige Erscheinung muss in diesem Falle doch auch eine gegenwärtige Ursache haben. Gerade um diese handelt es sich; und gerade diese würde uns kein Darwinist erklären, auch wenn er mehr könnte, als er wirklich kann, nämlich wenn er im stande wäre, den ganzen Stammbaum mit Sicherheit und Vollständigkeit zu rekonstruieren.

Diese oder ganz ähnliche Gesichtspunkte sind ja nun schon häufig und mitunter in aller Schärfe von der jüngeren Biologengeneration vertreten worden; wobei es kein Zufall ist, dass sich unter den ausgesprochensten Antidarwinisten vielfach auch gerade solche Forscher vorfanden, denen wir, bei Lichte besehen, zugleich die erheblichste Bereicherung unseres Wissens mit wirklich wichtigen biologischen Thatsachen, besonders aber mit kausalen Zusammenhängen und Erkenntnissen während der letzten Jahrzehnte verdanken.

Wenn ich den ganzen Gegensatz zwischen der einseitig darwinistischen Episode nebst ihrer Betrachtungsweise auf der einen, und den wissenschaftlichen Forschungsgrundsätzen auf der anderen Seite in einer Art Schlagwort zusammenfassen wollte, so würde ich folgende Wendung vorschlagen. Die einseitig darwinistische Richtung (ich sage absichtlich nicht Darwin; denn der war besser und vor allem viel weniger einseitig als die meisten seiner Epigonen oder Anhänger) hat die meist zwar unbewusste, aber darum nicht weniger deutliche Tendenz, aus der Biologie, d. h. der Botanik und noch mehr der Zoologie, eine sogenannte historische Wissenschaft machen zu wollen; während die wirklich wissenschaftliche Biologie, wie jegliche strenge Wissenschaft, darauf ausgeht, kausale Erkenntnis zu gewinnen. Es ist rationeller, sogar in die Geschichte par excellence, also die Völkergeschichte selbst, den kausalen Gesichtspunkt einzuführen (wie das bekanntlich besonders von Th. Buckle geschehen ist), als umgekehrt eine historische Betrachtungsweise und den fast immer unklaren Entwicklungsbegriff in Wissenschaften hineinzuschmuggeln, die von Rechts und Verstandes wegen vorwiegend kausaler Natur sind. Uebrigens ist die Biologie nicht das einzige Wissensgebiet, das in unserer Zeit durch die historisierende Methode verunstaltet ist; die Litteratur der Nationalökonomie bietet ein ziemlich analoges und noch weniger erfreuliches Bild. Natürlich hat die Nationalökonomie eine historische Seite; deren unverhältnismäßiges Vorwiegen in der schulmäßigen Oekonomie ist aber ein unverkennbares Symptom der Beschränktheit. Der sich näher hierfür interessierende Leser wird weiteres in einem vorwiegend nationalökonomischen Buche von mir finden, das unter dem Titel: „Die vier Hauptrichtungen in der modernen sozialen Bewegung“ im kommenden Frühjahr bei S. Calvary in Berlin erscheinen wird. Eine Bezugnahme auf Nationalökonomie in einem biologischen Aufsatze und umgekehrt ist wohl schon aus dem angegebenen Grunde vollkommen zulässig, weil ja der Darwinismus sensu strictissimo einen nationalökonomischen Ursprung oder doch markanten Berührungspunkt hat. Was bei der Nationalökonomie eine Selbstverständlichkeit ist, das ist auch bei der Biologie eine Thatsache: auch Botanik und Zoologie hat, wie ja die Palaeontologie beweist und auch vor Darwin bewies, eine historische Seite. Es muss nun allerdings zugegeben werden, dass Darwin den Versuch gemacht hat, in die Geschichte der Organismen oder in deren hypothetische sogenannte Phylogenie, einen kausalen Gesichtspunkt einzuführen; denn er versuchte ja die „Entstehung der Arten“ durch die „Natürliche Zuchtwahl“ und das Ueberleben der „Fittesten“[1]) im Kampfe ums Dasein, also gewisser-

1) „Passend“ ist eine so unzureichende Uebersetzung dieses höchst bezeichnenden Worts, dass ich vorschlagen möchte, das Darwin'sche „fit“ in diesem Sinne als unübersetzbares Wort dem Deutschen Sprachschatze einzu-

maßen auch kausal zu erklären. Den famosen Kampf ums Dasein hat nun aber Darwin bekanntlich und eingeständlicherweise dem berüchtigten Entvölkerungstheoretiker und Stifter einer noch jetzt nachklingenden Verwirrung in der Nationalökonomie, nämlich dem sozialreaktionären Beschönigungspriester Malthus entlehnt. In der zurechnungsfähigen Nationalökonomie ist aber Malthus längst als das konträre Gegenteil einer Größe erkannt worden. Freilich ist dabei zuzugeben, dass die Hunger- und Kampflehre bei ihrer Uebertragung von der säenden, erntenden und fabrizierenden Species *Homo sapiens* auf die weniger weisen und weniger menschlichen Organismen an einen Ort plaziert worden ist, wo sie wirklich etwas mehr hinpasst und wo sie zudem, wenigstens in formal logischer Beziehung, nicht ganz so absurd und auch keine so bösartige Beschönigung ist, wie sie es in der menschlichen Oekonomie gewesen war und zum Teil noch ist. Aber auch bei Pflanzen und Tieren kommt man mit dem Malthus-Darwin'schen Prinzipe weniger weit, als man früher glaubte. Zwar bin ich persönlich der Ansicht, dass von den modernen Angriffen gegen die Selektionstheorie nicht alle vollkommen stichhaltig sind; wohl aber sind es zwei von ihnen, deren weitere Verbreitung und Beherzigung voraussichtlich dem Darwin'schen Intermezzo in der Biologie mit der Zeit ein allgemein anerkanntes Ende bereiten wird. Der ganze Darwinismus im weiteren, also auch vordarwin'schen Sinne der Descendenzhypothese, mit oder ohne Betonung der Selektionstheorie, und samt den allseitig als fertig und sicher festgestellt gedachten Stammbäumen aller Organismen, würde, wenn auch alles damit sonst seine Richtigkeit hätte, unsere Gesamterkenntnis keineswegs in so übermäßigem Grade bereichern, wie man früher wähnte und vor allem nicht in dem Maße, als dass es sich lohnte, auf die Herstellung der zudem immer problematischen Stammbäume sonderliche Zeit und Mühe zu verwenden. Zweitens aber haben die neueren Experimentalforschungen Arten der Zweckmäßigkeit an den Tag gebracht, welche aus rein logischen Gründen durch die Selektionstheorie durchaus nicht, auch nicht einmal scheinbar, „erklärt" werden können. Nun ist aber doch gerade die vermeintliche „Erklärung" der organischen Zweckmäßigkeit oder sogen. „Anpassungsvollkommenheit" die Hauptstärke des eigentlichen Darwinismus. Wie die Sache jetzt liegt, müssten die Verteidiger des Darwinismus annehmen, dass die organische Zweckmäßigkeit zwei vollkommen verschiedene Wurzeln habe. Die eine wäre die alte Darwin'sche oder

verleiben. Insbesondere gilt dies für die Anwendung des Darwin'schen Kampfums-Dasein-Prinzips auf menschliche Verhältnisse; man kann beispielsweise sagen: „Der und der ist ein großer Gauner oder Räuber; er ist aber so „fit", dass man ihn nicht hängen kann"; offenbar würde hier „passend" gar nicht verständlich sein; während das unübersetzte Wort „fit" von jedem halbwegs Sachkundigen sofort richtig verstanden wird.

darwinistische — da nämlich, wo diese logischerweise möglich ist; obwohl ja auch hier die Erklärung die nicht recht befriedigende Form hat, dass gesagt wird, die Zweckmäßigkeit rühre daher, dass die weniger zweckmäßigen Formen ausgestorben seien. Die zweite Wurzel der organischen Zweckmäßigkeit, wie sie sich namentlich in den Selbstregulationserscheinungen äußert und zwar auch unter solchen Bedingungen, die in der freien Natur kaum jemals vorkommen und daher für das „Bestehen der Art“ nicht von irgend welcher Bedeutung sein können — diese zweite Wurzel der Zweckmäßigkeit ist der eigentliche Stein des Anstoßes. Die Thatsachen sind hartnäckig, eine darwinistische Scheinerklärung ist hier unmöglich und die an sich doch so äußerst interessanten Erscheinungen, sowie die ganze experimentelle Forschungsmethode ist bei den eigentlichen Darwinisten nicht in gutem Ansehen; aus dem sehr begreiflichen Grunde, weil jene Thatsachen für die betreffende Richtung unbequem sind. Eine Reihe sicher festgestellter Thatsachen aus dem Gebiete der sogen. Selbstregulation beweist also, dass es organische Zweckmäßigkeiten und obendrein typische Beispiele von solchen giebt, welche dem Darwin'schen Erklärungsschema vollkommen trotzen. Nun aber hat die organische Zweckmäßigkeit im ganzen ein so einheitliches Gepräge, dass ein doppelter Ursprung von vorn herein äußerst unwahrscheinlich ist. Hieraus folgt dann weiter, dass die darwinistische Betrachtungsweise in der Wirklichkeit wahrscheinlich auch in den Fällen nicht zutrifft, wo sie logisch wenigstens die Möglichkeit einer Erklärung oder Quasierklärung darzubieten scheint. Endlich aber sollten auch diejenigen, denen die Bedenken gegen die darwinistischen Schlussfolgerungen nicht recht eingehen wollen, nachgerade doch wenigstens das einsehen, dass der Teil der Biologie, der sich allenfalls im darwinistischen Sinne behandeln ließe oder doch im Sinne jener Richtung nach Darwin'schen Prinzipien behandelt werden kann, — dass dieser Teil nur ein kleines und vergleichsweise auch unwichtiges Gebiet umfasst.

Die Parallele mit der Nationalökonomie ist auch noch in anderer Beziehung ziemlich vollständig. Auch hier sehen wir nämlich meist solche Leute, die zu einer kausalen Forschung nicht zulänglich sind, historische Notizen (die also in der Biologie den Stammbäumen entsprechen) zusammentragen, um damit Bücher und Zeitschriften zu füllen, die spurlos von der Erdoberfläche verschwinden könnten, ohne dass unsere Erkenntnis in irgend welchen wesentlichen Beziehungen merklich ärmer würde. — Was aber nochmals den Gegensatz zwischen kausaler und historischer Forschung betrifft, so mag daran erinnert sein, dass ja sogar eine so strenge, teils beschreibende, teils kausale Wissenschaft wie die Astronomie eine historische Seite hat. Man hat nach der Entstehung des Sonnensystems gefragt und die bekannte

hypothetische Antwort gegeben. Aber man vergesse nicht, dass alle Spekulationen über das Gewesene und noch mehr die über das Kommende, also die kosmologischen Prophezeiungen, doch immer nur Reflexe desjenigen sind, was wir betreffs des Gegenwärtigen, nämlich des Allgemeingültigen, der immer und überall gleichen Kausalzusammenhänge wissen. So ist offenbar die Kant-Laplace'sche Hypothese eine Frucht der ihr vorangegangenen Mechanik und nicht etwa die Mechanik auch nur in der geringsten Beziehung ein Ergebnis der kosmogonischen Nebelhypothese. Ja sogar das, was voraussichtlich am Darwinismus haltbar sein sollte, wie besonders die ja nicht einmal von Darwin herrührende Descendenzhypothese, ist nur eine Frucht, ein nach rückwärts entworfenes Spiegelbild des jeweiligen Wissens betreffs der Gegenwart; eines Wissens, das durch andere Methoden geschaffen wurde, als die einer historisierenden Anschauungsweise.

In allen diesen Ausführungen liegt nun keineswegs ein wegwerfendes Urteil über Geschichte und geschichtliche Betrachtungen. Es bietet einen gewissen Reiz, sich carbonische oder jurassische Landschaften mit ihren fremdartigen Pflanzen und Tieren in der Phantasie vorzustellen; und auch die Annahme, dass die heutige Organismenwelt die Nachkommenschaft früherer Organismen sei, ist nicht nur harmlos, sondern auch offenbar höchst wahrscheinlich. Ja, sogar das Stammbaumforschen hat eine gute Seite: es kommt dabei das natürliche System der Organismen zum Vorschein, das als solches eine Thatsache ist und bleibt, ob man nun vor den verwandten Formen und Gruppen stammbaumförmige Linien nach unten zieht oder nicht. Nur steht die Historie an Wichtigkeit immer hinter der Kausalforschung zurück; vor allem aber soll die Historie in ihren gebührenden Schranken bleiben und nicht Gebiete heimsuchen wollen, in denen sie auch nicht das Geringste leisten kann und vielmehr nur dahin wirkt, die kausale Forschung, ja schon die bloße kausale Fragestellung zu hindern; wofür die Mayer'sche Betrachtung über den Palolo ein so unwillkürlich typisches Beispiel geworden ist. Selbst der Naturmensch, wenigstens ein intelligenterer Samoaner, würde doch bei Nachdenken über das Palolophänomen wenigstens auf die Form einer richtigen Fragestellung kommen; er würde in seiner Weise vermutlich fragen, woher und wieso der Mond „über die Palolo herrsche"; erst dem darwinistischen Ungeiste war es vorbehalten, von den „Vorfahren" des pacifischen und des atlantischen Palolo zu fabulieren, wobei natürlich niemals die Lösung des Problems auch nur angebahnt oder sonst irgendwie gefördert werden kann; da eben dessen unhistorischer und rein kausaler Charakter verkannt wird.

Diese methodologische Abschweifung mag, wie ich hoffe, für einzelne Leser nicht unnützlich sein; denn das Beispiel ist in der That bezeichnend und lehrreich zugleich. Aber auch für solche, welche die

unfruchtbare historisierende Weise der Betrachtung längst abgestreift haben, mag meine Pointierung und vor allem die wahrhaft typische Verrückung des Problems der Paloloerscheinung durch den darwinistischen Geist wenigstens amüsant, wenn auch vielleicht nicht interessant sein.

Doch wenden wir uns endlich zu den wissenschaftlichen, d. h. kausalen Betrachtungen selbst. Gerade hier ist nämlich die Mayer'sche Entdeckung von erheblicher Wichtigkeit, wenn auch der Entdecker selbst, gerade infolge seiner Durchtränkung mit Darwinismus, davon nichts bemerkt hat. Dies war auch ursprünglich der Grund, weswegen ich diese Zeilen schreibe; denn die, wie mir scheint, vorgekommene Verwechselung von Kopf und Schwanz hätte ich getrost auf sich beruhen lassen können, um so mehr, als dies bei Gelegenheit doch wohl so wie so in Ordnung gebracht worden wäre.

Diejenige kausale Betrachtung, die sich sowohl beim pacifischen wie beim atlantischen Palolo zuerst aufdrängt, ist natürlich die Erwägung, ob die Sache nicht mit den Gezeiten zusammenhängen und vielleicht ganz von diesen abhängen könne. Ich habe dies in meiner ersten Notiz als unhaltbar bezeichnet und glaube auch noch jetzt, zwingende Gründe dagegen in meiner ersten Notiz auseinandergesetzt und in meiner zweiten des weiteren ausgeführt zu haben. Zwar habe ich in Unterredungen öfters die Wahrnehmung gemacht, dass meine Gründe nicht verstanden worden sind; allein ich glaube wirklich, dass dies nur auf ungenauer Lektüre meiner Ausführungen beruhen kann. Soweit nun die Schlussfolgerungen in Betracht kommen, so habe ich in dieser Beziehung nichts hinzuzufügen und nichts zurückzunehmen. Wohl aber neige ich jetzt der Ansicht zu, dass man gut thäte, der Vorsicht wegen, meine Prämissen nochmals genau zu prüfen und zwar sowohl für den pacifischen als auch für den atlantischen Palolo. Was letzteren betrifft, so giebt Herr Mayer die Gezeitenverhältnisse für die fragliche Insel (Loggerhead Key, eine der westlichsten, wenn nicht die westlichste der Dry Tortugas Islands, südwestlich von der Südspitze von Florida) leider nicht an, und ich hatte auch keine Gelegenheit, dieselben hier festzustellen. Mein Beweis, dass das Palolophänomen nicht ausschließlich von den Gezeiten abhängen könne, ist dann, aber auch nur dann stichhaltig, wenn wirklich die Amplitude der Vollmondsgezeiten mit derjenigen der Neumondsgezeiten und ebenso diejenige um den Tag des zunehmenden Viertels mit derjenigen um den Tag des abnehmenden Viertels übereinstimmt oder doch so gut wie übereinstimmt. Wenn aber am Tage des abnehmenden Viertels, d. h. an dem Schwarmtage, die Gezeitenamplitude erheblich kleiner wäre als am Tage des zunehmenden Viertels, so wäre es zunächst einmal gewissermaßen teleologisch verständlich, warum die Palolo dem Tage des dritten Viertels vor demjenigen des ersten Viertels den Vorzug geben.

Wie die Sache dabei kausal zusammenhängen könnte, bliebe allerdings noch dunkel; man könnte aber, wie schon früher angeführt, daran denken, dass gerade das an jenem Tage alsdann stattfindende absolute Minimum der Amplitude in irgend einer Weise auch die kausale, d. h. eigentliche Ursache des Aufsteigens abgäbe, so wenig plausibel und so sonderbar auch diese Möglichkeit aussehen mag. Man hätte es in diesem Falle weniger mit einer positiven als mit einer gleichsam negativen Ursache zu thun; man müsste annehmen, dass stärkere Schwankungen der Wasserhöhe und damit des Wasserdrucks das Aufsteigen irgendwie hindern, so lange, bis eben jenes Minimum der Amplitude und damit der Druckvariation erreicht wäre. Selbstverständlich wäre dabei noch die weitere Annahme notwendig, dass die schnelleren Druckschwankungen, die eine Folge der gewöhnlichen Wellen sind, keinen Einfluss hätten und dass es nur auf die viel langsamere Wellenbewegung der Gezeiten ankomme. In ähnlicher Weise könnte man eine hypothetische Erklärung ausdenken, wenn sich die Springgezeiten des Vollmondes von denen des Neumondes erheblich unterschieden. Man könnte dann nämlich annehmen, wie schon früher ausgeführt und wie auch Herr Thilenius glaubte, dass im Falle einer größeren Amplitude der Vollmondsgezeiten eben bei diesen die Korallenblöcke oder sonstigen Aufenthaltsorte des Wurms stärker der Luft und dem Licht exponiert würden, als am Tage der Neumondsgezeiten und dass durch diese Einwirkung von Luft, Licht und Wärme in den Würmern ein Prozess eingeleitet werde, der dann nach einer Woche zur Ablösung der sogen. „epitoken Strecken" führe. Aber, wohlgemerkt, diese Erklärungsmöglichkeit, an die sowohl ich, wie auch Herr Thilenius dachte, liegt nur dann vor, wenn die Unterschiede zwischen Neu- und Vollmondsgezeiten in einem hinreichenden Grade bestehen. Herr Thilenius hatte, wie in meiner zweiten Mitteilung ausgeführt, bei dieser von ihm damals vertretenen Annahme übersehen, dass eine Springebbe ja nicht nur am Tage des Vollmondes, sondern auch an dem des Neumondes stattfindet; ich selbst aber habe damals zwar nicht übersehen, wohl aber möglicherweise nicht hinreichend gewürdigt, dass die Neumondsspringebbe vielleicht doch von der Vollmondsspringebbe in einem erheblichen Grade abweichen könne. Die von mir in der zweiten Notiz (5, S. 250) wiedergegebenen amerikanischen Gezeitentafeln sprechen allerdings dagegen, obwohl schon ein kleiner Unterschied und zwar ein solcher in dem fraglichen Sinne, wenigstens für die Gezeiten der beiden Viertel thatsächlich vorhanden ist. Allein der Unterschied ist doch wohl allzu gering, als dass er ernstlich in Betracht käme. Freilich ist auch noch die weitere, entfernte Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass die Angaben der Gezeitentafeln nicht genau sind. Selbst wenn nun aber ein größerer Unterschied in den Gezeitenverhältnissen der beiden Paare von einander entsprechenden Tagesgruppen im synodischen Monate

eine solche Erklärungsmöglichkeit böte, so würde damit noch nicht gesagt sein, dass die Möglichkeit auch Wirklichkeit ist. Erst das Experiment könnte hier Aufschluss und Sicherheit gewähren. Vielleicht haben amerikanische Biologen Gelegenheit, die Gezeitenverhältnisse von Loggerhead Key genau festzustellen, und, wenn das Resultat jener Feststellung günstig ausfällt, die erforderlichen Versuche anzustellen. Diese und nur diese könnten die Palolofrage wirklich lösen. Korallenblöcke, oder was sonst der Aufenthaltsort des atlantischen Palolo sein mag, künstlich auf einige Zeit dem Lichte und der Luft auszusetzen und nach einer Woche das Resultat abzuwarten — natürlich in der richtigen Jahreszeit, aber zu einer von der normalen abweichenden Monatszeit — das würde vielleicht nicht allzu schwierig sein; und ebenso ließen sich auch wohl Versuche mit Aenderungen des Wasserdrucks anstellen. Die Sache ist wichtig und interessant genug, um einige Mühe darauf zu verwenden. Nochmals aber wiederhole ich, dass zu allererst eine Feststellung der Gezeitenverhältnisse notwendig ist; denn in dem Falle, dass die Gezeiten des Vollmondes beinahe mit denen des Neumondes übereinstimmen und ebenso diejenigen des ersten mit denen des letzten Viertels, so wäre keine Aussicht auf Erfolg vorhanden und zwar um so weniger, je genauer die Uebereinstimmung ist. Es würde dann ja, wie schon in der ersten Notiz ausgeführt, vollkommen unbegreiflich sein, warum die Würmer dem letzten Viertel einen Vorzug vor dem ersten Viertel geben sollten und auch nur könnten. Und ich wiederhole, dass ich auch noch jetzt diese Erklärungsmöglichkeit für sehr gering halte; ich komme auf sie eigentlich nur deswegen zurück, weil man in dieser Sache sicher gehen muss und sich beispielsweise nicht einmal auf die Gezeitentafeln absolut verlassen sollte; man beobachte die Gezeiten vielmehr mit allen Nebenumständen an Ort und Stelle. Dieses Zurückgreifen auf eine entfernte Möglichkeit, die ich schon anfangs als so gut wie nicht vorhanden hingestellt hatte, scheint mir aber noch aus einem zweiten Grunde doch wenigstens erwägenswert zu sein.

Es ist nämlich durch das Verhalten des atlantischen Palolo, so weit man die Sache bisher beurteilen kann, die Arrhenius'sche Hypothese schwer erschüttert worden. Problematisch war diese ja in vielen Beziehungen von vornherein gewesen; ich selbst habe sofort Bedenken geltend gemacht; aber es war der einzige bisher in Betracht kommende Versuch. Ich muss nun für das Folgende die Kenntnis meiner früheren Notizen voraussetzen, da ich mich hier sonst allzusehr wiederholen müsste. Man erinnert sich oder mag es daselbst nachsehen, dass Arrhenius seine Hypothese auf die Schwankungen der luftelektrischen Spannung aufbaut, welche nach seinen und Ekholm's Feststellungen eine Periode im tropischen Monat (und außerdem während eines Mondestages) hat. Die Anwendung der Arrhenius'schen

Hypothese auf den pacifischen Palolo besteht im wesentlichen in der Betrachtung, dass der Mond an den Tagen des dritten Viertels in den Monaten Oktober und November eine erhebliche nördliche Deklination hat, während er an den Tagen der ersten Viertel in den beiden Monaten südliche Deklination hat. Da nun Samoa auf etwa 14° südlicher Breite liegt, so steht das dritte Viertel mit seiner nördlichen Deklination in den beiden Monaten sehr viel tiefer am Himmel als das erste Viertel. Diese Höhe des Mondes über dem Horizonte ist aber nach der Arrhenius'schen Theorie gerade das, worauf es ankommt; von den beiden Perioden der Nipgezeiten sucht sich der Palolo diejenige aus, bei welcher der Mond tief steht und daher die luftelektrischen Verhältnisse (und was davon abhängt) günstig sind. Wenigstens wäre dies die einzige Version der Arrhenius'schen Theorie, die jetzt noch als diskutabel erscheinen mag; denn eine Zurückführung der Sache auf die bloße Deklination, ohne Ansehung der Stellung des Mondes im synodischen Monat, d. h. der Phase und der Gezeiten, wie es Arrhenius allerdings in seiner Publikation wollte, ist wohl schon durch meine zweite Mitteilung (5) hinreichend widerlegt; denn daselbst habe ich nachgerechnet, dass sich der Palolo nach dem synodischen und nicht nach dem tropischen Monat richtet. — Nun liegt die Fundstelle des atlantischen Palolo auf der nördlichen Halbkugel, etwa 1° vom nördlichen Wendekreise entfernt. Im Monat Juni stehen die beiden Viertel des Mondes nicht weit vom Aequator; im Monat Juli aber muss das erste Viertel bereits eine sehr entschiedene südliche und das letzte Viertel eine beträchtliche nördliche Deklination haben. Also steht bei Loggerhead Key das letzte Viertel im Juli höher als das erste Viertel. Demnach also hätte sich, nach Arrhenius, der atlantische Palolo des Herrn Mayer eher das erste Viertel als das letzte Viertel aussuchen sollen. Und da er das nicht thut, so ist durch die Entdeckung des atlantischen Palolo und seines Verhaltens die Ansicht des Herrn Arrhenius noch weiter erschüttert. In meiner zweiten Mitteilung hatte ich mich, wenn auch mit starken Vorbehalten, der Arrhenius'schen Theorie angeschlossen, der man eine gewisse Ingeniösität auf alle Fälle und ganz abgesehen von den verdienstvollen thatsächlichen Feststellungen zugestehen muss. Meine Bedenken sind nun aber aus den soeben erläuterten Gründen so gestiegen, dass ich jetzt diese Zustimmung zurückziehen muss. Ich halte jetzt die Arrhenius'sche Theorie, d. h. ihre Anwendbarkeit auf das Palolophänomen für äußerst unwahrscheinlich. Denn zu den früheren Bedenken kommt nunmehr noch die Schwierigkeit, dass man annehmen müsste, dass sich entweder der atlantische Palolo mit Rücksicht auf die luftelektrische Spannung und deren Folgen umgekehrt verhalte wie der pacifische Palolo; oder aber, dass der Gang der Luftelektrizität an den beiderseitigen Fundorten mit Rücksicht auf die Mondesdeklination der umgekehrte sei. — Was

ich für beide, den pacifischen wie den atlantischen Palolo, bei dem gegenwärtigen Stand des Problems vorzuschlagen habe, ist also eine genaue Revision der Gezeitenverhältnisse an den in Betracht kommenden Tagen, d. h. an den Tagen der beiden Viertel und an denen der voraufgehenden Neu- und Vollmondsspringgezeiten. Sollte (wider meine Vermutung) sich dabei ein hinreichender Unterschied in dem ausgeführten Sinne ergeben, so hätte man mit den Würmern mit Rücksicht darauf Experimente anzustellen. Wenn aber, wie ich es bisher als ganz oder doch als hinreichend sicher hinstellte und auch jetzt noch für sehr wahrscheinlich halte, eine Erklärung mit ausschließlicher Berücksichtigung der Gezeiten unmöglich bleibt, indem es sich nicht verstehen ließe, warum die Erscheinung immer nur bei abnehmendem und niemals bei zunehmendem Viertel stattfindet, so wäre die ganze Angelegenheit von neuem und nun erst recht in der That als völlig rätselhaft zu bezeichnen und die Vermutung auszusprechen, dass derjenige, dem die Lösung dieses Problems glücken wird, wahrscheinlich etwas sehr Wichtiges und ganz Neues aufgefunden haben wird.

Uebrigens ist die Arrhenius'sche Hypothesenkette noch an einer anderen Stelle durchlöchert worden. Ganz kürzlich berichtet nämlich Hans Euler (9), dass er die Versuche von Berg und Knauthe wiederholt habe und zwar mit negativem Resultate. Knauthe und Berg (vgl. 9) hatten gefunden, dass eine elektrostatische Spannung den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer herabsetzt; und dies ließ, in Verbindung mit der Abhängigkeit der luftelektrischen Spannung von der Mondesstellung (wenn auch nur im tropischen und nicht im synodischen Monate), wenigstens einen möglichen Zusammenhang zwischen Mondesstellung und biologischen Vorgängen nach Art des Palolophänomens ahnungsweise absehen. Wenn es sich nun noch in der That herausstellen sollte, dass die Versuchsergebnisse von Berg und Knauthe auf irgend einen Irrtum beruhten, d. h. wenn Euler Recht hätte (worüber ich kein Urteil habe), so fiele auch diese Möglichkeit weg.

So zeigt es sich, dass durch die Entdeckung des atlantischen Palolo die Thatsache, nämlich die einer noch unerklärlichen Einwirkung des Mondes auf biologische Vorgänge, eine weitere Stütze erhalten hat und die bisher fast völlige Vereinzelung jener Kuriosität im Stillen Ozean erfreulicherweise durchbrochen ist; dass aber eine Erklärung der Angelegenheit jetzt wenn möglich noch weiter hinausgeschoben erscheint als vorher. Anderseits aber haben sich die Chancen des Zustandekommens einer wirklichen Lösung des Problems insofern verbessert, als sich ein offenbar geeignetes Untersuchungsobjekt, nämlich der atlantische Palolo, gefunden hat, das nicht ganz soweit von uns räumlich entfernt ist wie die *Eunice viridis*.

Berlin, im Februar 1901.

Litteratur.

1. A. Collin, „Ueber den Palolowurm", im Anhange zu der Schrift A. Krämer's „Ueber den Bau der Korallenriffe und die Planktonverteilung an den Samoanischen Küsten nebst vergleichenden Bemerkungen", Kiel und Leipzig, Lipsius u. Tischler, 1897. — Mit der Zusammenstellung Collin's, welche das bis dahin Bekannte in übersichtlicher Form und mit weiteren Litteraturnachweisen darbietet, schließt die ältere Litteratur über den Gegenstand ab.
2. B. Friedlaender, „Ueber den sogenannten Palolowurm", in: Biol. Centralblatt, Bd. XVIII, S. 337, 1898.
3. S. Arrhenius, „Die Einwirkung kosmischer Einflüsse auf physiologische Verhältnisse", in: „Skandinavisches Archiv für Physiologie", Bd. VIII, 1898.
4. E. Ehlers, „Ueber Palolo (*Eunice viridis*)", in: Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, Heft 4, S. 1, 1898.
5. B. Friedlaender, „Nochmals der Palolo und die Frage nach unbekannten kosmischen Einflüssen auf physiologische Vorgänge", in: Biologisches Centralblatt, Bd. XIX, No. 8, S. 241, 1899.
6. Derselbe, „Ueber noch wenig bekannte kosmische Einflüsse auf physiologische Vorgänge" in: „Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin", v. lo. März 1899.
7. Derselbe, „Verbesserungen und Zusätze zu meinen Notizen über den Palolo", in: Biolog. Centralblatt, Bd. XIX, S. 554, 1899.
8. Alfred Goldsborough Mayer, „An Atlantic Palolo, *Staurocephalus gregaricus*", in: Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Vol. XXXVI, p. 1, Juni 1900.
9. Hans Euler, „Ueber den Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt der Gewässer", in: Biolog. Centralblatt, Bd. XXI, S. 1, 1901 (gegen Otto Berg und Karl Knauthe: „Ueber den Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer", in: Naturwissenschaftliche Rundschau, Bd. XIII, No. 51 und 52, 1898).
10. B. Friedlaender (gleicher Titel wie die vorliegende Arbeit) in den Berichten der Berliner Physiologischen Gesellschaft, Sitzung vom 8. Februar 1901.

Weitere Litteraturangaben finden sich in den hier erwähnten Schriften, besonders in 1, 5, 7 und 8.

Nachtrag. Soeben, am 21. Febr. d. J. erhalte ich von Herrn E. Ehlers in Göttingen einen Sonderabdruck, wonach der bekannte Annelidenspezialist in der Sitzung vom 9. Februar d. J. der K. Akademie der Wissenschaften zu Göttingen gleichfalls darauf hingewiesen hat, dass von Herrn A. G. Mayer das Hinterende des atlantischen Palolo für das Vorderende gehalten worden ist. Ich hatte — (abgesehen von Privatunterhaltungen) — schon am 8. Februar, also am Tage vor der Sitzung der Göttinger Akademie, in der Berliner Physiologischen Gesellschaft (vgl. den demnächst erscheinenden Sitzungsbericht) auf das Versehen des Herrn Mayer aufmerksam gemacht.

Die Richtigstellung desselben ist also unabhängig und nahezu gleichzeitig von Herrn Ehlers und von mir gemacht worden. — Dass es sich bei dem atlantischen und dem pacifischen Palolo übrigens um zwei verschiedene Arten handeln muss, geht nicht nur, wie Herr Ehlers hervorhebt, daraus mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass Herr Mayer von den beim pacifischen Palolo sehr frappanten Bauchaugen nichts zu berichten weiß, sondern mit fast vollständiger Sicherheit aus der Angabe des Herrn Mayer, dass der atlantische Palolo schmutzig ziegelrot ist. — Auf die in dem vorliegenden Falle in so bezeichnender Weise unfruchtbaren darwinistischen Spekulationen lässt sich auch Herr Ehlers ein wenig ein, wenn auch in nicht ganz so typischer Weise wie Herr Mayer. In der — gleichfalls nachträglich hinzugefügten — Fußnote habe ich einen andern Punkt bereits erledigt und will hier nur den Einspruch gegen die Zusammenstellung meiner ersten Schrift [2] mit derjenigen Krämer's (Diese Zeitschrift, Bd. XIX, Nr. 1, 1899) nochmals begründen. Herr Ehlers behauptet nämlich, die Wohnsitze der *Eunice viridis* seien „durch die Beobachtungen von Friedlaender und Krämer bekannt geworden.“ An dieser Darstellung darf ich wohl gerechterweise Anstoß nehmen. Was es mit der Krämer'schen Veröffentlichung für eine Bewandnis hat, das weiß jeder, der die Sache aufmerksam verfolgt hat oder kann es in meiner zweiten Notiz [5] nachlesen, so dass ich darauf nicht eingehender zurückzukommen brauche. Hier muss ich nur nochmals betonen, dass es unrichtig ist, wenn, wie es Herr Ehlers thut, gesagt wird, dass auch Herr Krämer in seiner citierten Notiz den Aufenthaltsort der *Eunice viridis* gefunden habe; denn Krämer behauptet dort, gerade umgekehrt, dass ich mich betreffs der *Eunice* geirrt, dass ich mit falschen Köpfen zu thun gehabt habe und dass der Palolo keine *Eunice*, sondern wahrscheinlich eine *Lysidice* sei. Es widerspricht also dem dokumentarisch feststehenden Sachverhalte, wenn Herr Ehlers oder sonst irgend jemand den Krämer'schen Aufsatz und meine erste Mitteilung unter dem Anscheine der Gleichwertigkeit citiert. Da Herr Krämer in seiner, von Herrn Ehlers neben meiner ersten Mitteilung angeführten Schrift eine *Lysidice* für das Vorderteil des Palolo hält, also dessen wahre „atoke Strecke“ noch gar nicht kannte, so kann er schon deswegen nicht als Mitentdecker oder als Auchentdecker der Wohnsitze der Palolo bezeichnet werden.

Berlin, 21. Februar 1901.

Zweiter Nachtrag. In meiner zweiten Notiz [5] hatte ich bereits eine Geburtenstatistik behufs Prüfung eines von den Samoanern behaupteten Einflusses der Gezeiten, d. h. der Mondeszeit auf die Geburtenhäufigkeit mitgeteilt, ohne dass es mir gelungen wäre, ein sicheres Resultat zu erhalten. Später [7] hatte ich ausgeführt, dass

und warum unter der Voraussetzung, dass die ganze Angelegenheit irgend einen wahren Kern enthalte, eine Statistik von einem Orte geringer geographischer Breite die fragliche Beziehung voraussichtlich deutlicher hervortreten lassen müsse. Während der Drucklegung der vorstehenden Mitteilung erhielt ich nun aus Madras in Indien (ca. 13° n. B.) durch die freundliche Vermittelung des dortigen Deutschen Konsuls Herrn Gerdes eine Geburtenstatistik des Herrn Dr. Sturmer, des Chefs des „Maternity Hospital" in Madras. Ich habe diese Statistik wiederum von Herrn Blochmann in der früher beschriebenen Weise bearbeiten d. h. nach Mondeszeit umrechnen lassen. Das Ergebnis war vollkommen negativ. Freilich umfasste die Statistik nur die Fälle eines Jahres, im ganzen nur ca. 550 Stück. Es ist klar, dass diese Zahl viel zu klein ist, als dass das Ergebnis als ein definitives angesehen werden kann. Immerhin aber scheint mir daraus zu folgen, dass meine Hoffnung, eine Statistik aus niederen Breiten möchte ein unzweideutiges Resultat liefern und die fragliche Beziehung daselbst sehr viel besser ausgeprägt sein, dennoch als gescheitert angesehen werden muss; denn wenn daselbst der fragliche Mondeseinfluss sehr viel stärker sein sollte, so hätte er wohl trotz der kleinen Zahl wenigstens andeutungsweise zum Vorschein kommen müssen. — Da ich in jener Angelegenheit schon einige Resultate mitgeteilt habe und es möglich ist, dass sich andere auf diese Sache eingelassen haben, so hielt ich es für angemessen, mein neues, negatives Ergebnis nicht mit Stillschweigen zu übergehen. Nach den gegenwärtigen Erfahrungen neige ich der Ansicht zu, dass an der ganzen Sache nichts ist und dass es sich um einen wirklichen, d. h. durch keine Thatsachen begründeten Aberglauben der Samoaner handelt. Sollte aber dennoch die Behauptung der Samoaner einen wahren Kern enthalten, so dürfte dessen Feststellung nur mit Hülfe sehr viel größerer Zahlen und entsprechend größerer Arbeit möglich sein; ich halte die Chancen aber nunmehr für zu gering, als dass ich Lust hätte, mich weiter um die Frage zu bemühen.

Ende März 1901.

Eine Bemerkurg über Aquariendeckel.

Von **R. v. Lendenfeld.**

Um das Wasser der Seewasseraquarien vor dem Verstauben und zu raschem Verdunsten zu schützen, ist es notwendig, diese Aquarien mit Deckel zu verschließen. Wenn man nun das Wasser in denselben durch einen durchgehenden Luftstrom (l, l_1) frisch erhält, so setzen sich an der Unterseite des Deckels stets Tropfen an (W_1—W_4), weil die emporsteigenden, an der Oberfläche platzenden Luftblasen (l_1) fortwährend Wasserteilchen emporschleudern, welche an der Deckelunterseite hängen bleiben. Dieses Wasser (W_1) fließt dann an der Deckelunterseite hin (W_2, W_3). Am Rande des Deckels, dort, wo er dem oberen Rande des Aquariumglases aufliegt, dringt es infolge der Adhäsion

zwischen Aquariumrand und Deckel ein, durchsickert diesen Spalt und rinnt schließlich an der Außenseite des Aquariums herab. Hier verdunstend lässt es immer dicker werdende Streifen von trockenem Meersalz zurück, welche sehr unschön aussehen und den Einblick in das Aquarium beeinträchtigen. Deshalb und weil infolge des Hinaussickerns fortwährend Seewasser verloren geht, erscheint dies als ein doppelter Uebelstand.

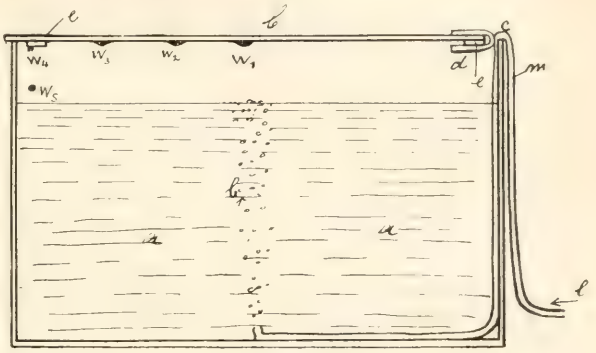


Fig. 1.

Nachmannigfachen vergeblichen Versuchen, diesen Uebelstand in praktischer und einfacher Weise zu beseitigen, ist es mir gelungen, ein Mittel zu finden, welches das Hinausdringen des Seewassers zwischen Deckel u. Aquariumrand verhindert. Dieses Mittel besteht darin, dass nahe dem Rande an der Unterseite des Deckels eine schwach vorragende Leiste (*e*) angebracht wird, welche einen geschlossenen Ring bildet, der den mittleren Teil der Unterseite des Deckels allseitig umschließt.

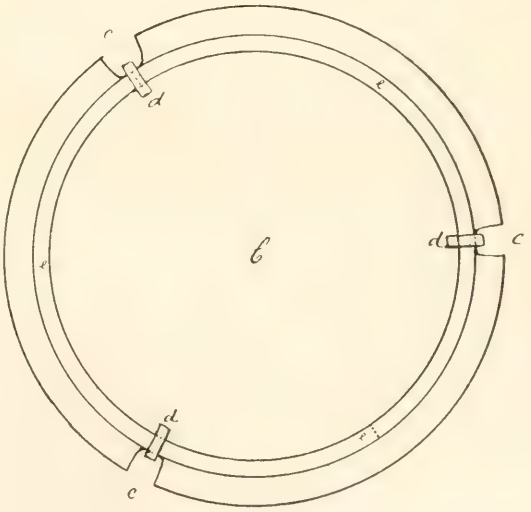


Fig. 2.

Das Wasser, welches sich an die Deckelunterseite ansetzt (W_1) und sich von hier aus gegen den Rand bewegt (W_2W_3), erreicht die Leiste, geht auf sie über und rückt bis zu ihrem äußeren Rande vor (W_4). Weiter kann es nun nicht, weil es an dem äußeren Leistenrande nicht emporsteigen kann: hier, am äußeren Leistenrande bleibt es hängen, bis es durch nachkommende Wasserteile über das Maß der Hängefähigkeit hinaus vergrößert, sich loslöst und als Tropfen hinabfällt (W_5). So verhindert die Leiste das Herankommen des Wassers an den Aquariumrand.

Wir versuchten erst, solche Leisten aus Kittmassen herzustellen, jedoch ohne Erfolg: was immer für Kitt wir anwendeten, er wurde stets nach einigen Tagen oder Wochen gelockert und stets fiel schließlich die ganze Leiste ab. Als die ein-

zigen brauchbaren Leisten erwiesen sich Glasstreifen, welche nicht mit einem Klebe- oder Kittmittel, dessen dauernde Haltbarkeit stets eine zweifelhafte ist, sondern mit Glashaken an den Deckel befestigt werden. Für die runden Aquarien (*a*), welche im hiesigen Institute Anwendung finden, werden die Deckel, so wie dies in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, mit Leisten ausgestattet. Mit dem Zirkeldiamanten werden etwa 1 cm breite, halbkreisförmige Glasstreifen von solcher Größe geschnitten, dass der Durchmesser ihrer äußeren Randlinie um 1 cm kleiner als der Durchmesser des Aquariuminnenraumes ist. Solche Halbkreise können derart übereinander mit mondsichelförmigen Zwischenräumen geschnitten werden, dass dabei nicht sehr viel Glas verloren geht. Würde man ganze Ringe schneiden, so wäre der Verlust ein sehr bedeutender. Am Rande des Deckels (*b*) selbst werden in gleichen Abständen drei Einschnitte (*c*) angebracht, welche sich bis zum äußeren Rande der Ringleiste nach innen erstrecken. Zwei von den halbkreisförmig geschnittenen Glasleisten werden so aneinander gelegt, dass sie einen ganzen Kreis (*e*) bilden, welcher konzentrisch mit dem Deckelrande liegt und von diesem etwa 3 cm absteht. Die U förmig gekrümmten Glashaken (*d*), deren Schenkel zwischeneinander gerade für Deckel- und Leistendicke Raum lassen und etwa 1 cm breit und 2—3 cm lang sind, werden nun derart an den drei Einschnitten angebracht, dass sie die Halbkreisleisten an den Deckel anpressen und in ihrer Lage festhalten. Der Deckel wird dann so aufgelegt, dass der äußere Leistenrand nirgends die Innenseite der Aquariumwand berührt. Durch einen der drei Deckelrandeinschnitte wird das Luftzuleitungsrohr (*m*) in das Aquarium hineingeführt. Es ist klar, dass man in ähnlicher Weise auch rechteckige Aquariendeckel mit Leisten herstellen kann. Im hiesigen Institute sind solche Aquariendeckel nun schon längere Zeit in Gebrauch und sie bewähren sich sehr gut. [54]

Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

26. Versammlung zu ***Rostock*** *vom 18. bis 21. September 1901.*

Tagesordnung:

Mittwoch, den 18. September. I. Die örtlichen Gesundheits-Kommissionen in ihrer Bedeutung für Staat und Gemeinde, sowie für die amtliche Thätigkeit der Medizinalbeamten. Referenten: Reg.- und Geh. Med.-Rat Dr. Rapmund (Minden), Stadtrat Dr. Jastrow (Charlottenburg). — II. Hygiene der Molkereiprodukte. Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Löffler (Greifswald).

Donnerstag, den 19. September. III. Fortschritte auf dem Gebiete centraler Heizungs- und Lüftungsanlagen für Wohnhäuser und öffentliche Gebäude im letzten Jahrzehnt. Referent: Landes-Maschinen-Ingenieur A. Ostender (Düsseldorf). — IV. Die Bedeutung der hygienisch wichtigen Metalle (Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel, Zinn und Zink) im Haushalt und in den Nahrungsgewerben. Referent: Prof. Dr. K. B. Lehmann (Würzburg).

Freitag, den 20. September. V. Strafsenbefestigungsmaterialien und Ausführungsarten sowie ihr Einfluss auf die Gesundheit. Referenten: Stadtbaurat D. Genzmer (Halle a. d. S.), Privatdocent Dr. Weyl (Charlottenburg).

Der ständige Sekretär: Geh. San.-Rat Dr. ***A. Spiess.***

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Juni 1901.** **Nr. 12.**

Inhalt: **Haberlandt**, Ueber Reizleitung im Pflanzenreich. — **Cohn**, Blätter der Erinnerung. — **Zacharias**, Ueber die im Süßwasserplankton vorkommenden Synchaeten. — **Prowazek**, Transplantations- und Protoplasmastudien an *Bryopsis plumosa*. — **Wasmann**, Biologie oder Ethologie? — **Wolff**, Ueber die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus. — 73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg.

Ueber Reizleitung im Pflanzenreich.

Von **G. Haberlandt**.

Die Erkenntnis, dass so wie im Tierreich auch bei den Pflanzen sehr häufig eine Fortleitung äußerer Reize, beziehungsweise der von diesen geschaffenen Reizzustände, stattfindet, gehört zu den wichtigsten Errungenschaften der modernen Pflanzenphysiologie. Das älteste Beispiel, die Fortpflanzung eines Stoß- oder Wundreizes bei *Mimosa pudica*, stellt allerdings einen ungewöhnlichen Fall von Reizleitung vor: schon Dutrochet, und später Meyen, Sachs, Pfeffer haben diesen Vorgang bei der Sinnpflanze auf eine Flüssigkeitsbewegung zurückgeführt, und 1890 ist von mir gezeigt worden, dass es hydrostatische Druckdifferenzen sind, die in einem besonderen Röhrensystem, dem „reizleitenden Gewebesystem", durch Stoß- oder Wundreize hervorgerufen werden, deren Ausgleichung die Reizfortpflanzung vermittelt.

Dagegen wird bei den meisten anderen Pflanzen, in denen sich Reizleitung abspielt, dieser Prozess mit Recht auf die Ausbreitung rätselhafter Erregungs- resp. Bewegungszustände im lebenden Protoplasma zurückgeführt und damit der Reizfortpflanzung im Nervensystem der Tiere zur Seite gestellt. Ein besonderes reizleitendes Gewebesystem ist allerdings im Pflanzenreich bisher nicht aufgefunden worden. Zwar hat Hanstein vermutungsweise die Siebröhren als ein den tierischen Nerven vergleichbares System von „materiellen Verbindungswegen" aufgefasst, allein diese Meinung hat aus berechtigten Gründen wenig Anklang gefunden. Dagegen warf die glänzende Entdeckung Ed. Tangl's, der als erster das Vorhandensein zarter Plasma-

verbindungen zwischen benachbarten Zellen nachwies, ein helles Licht auf eine ganze Reihe von Reizleitungsprozessen. Jetzt war erst die histologische Grundlage für den Vergleich der pflanzlichen Reizleitung mit der Reizfortpflanzung im tierischen Nervensystem gewonnen: die faserförmigen Plasmaverbindungen konnten mit den Axenzylindern der Nervenfasern, den Dendriten und überhaupt den Plasmafortsätzen der Ganglienzellen verglichen werden. Dass es die Plasmaverbindungen sind, welche die Reizleitungsbahnen von Zelle zu Zelle vorstellen, galt und gilt als ausgemacht. Welche Bahnen aber der Reiz im Zelllumen selbst, d. h. im eigentlichen Plasmaleib einschlägt, wurde nicht weiter diskutiert. Man nahm stillschweigend an, dass der gesamte Plasmakörper der Zelle als Reizleiter fungiere, oder ließ diesen Satz vielleicht mit der Einschränkung gelten, dass die Hautschicht des Protoplasten, die von Noll als das reizpercipierende Organ desselben angesprochen wurde, zugleich auch sein reizleitendes Organ vorstelle.

Eine bestimmtere Fragestellung wurde in dieser Hinsicht erst durch die bekannten Entdeckungen Apáthy's, Bethe's u. a. vorbereitet, die in den Ganglienzellen und Nervenfasern das Vorhandensein feiner Fibrillen nachgewiesen haben. Diese Neurofibrillen bilden bei Würmern und anderen Wirbellosen im Ganglienzellkörper ein weitmaschiges Gitterwerk, während sie bei den Wirbeltieren, mit gewissen Ausnahmen, keine Anastomosen besitzen. Dass die Neurofibrillen im ganzen Nervensystem eine ununterbrochene Kontinuität aufweisen, wird wohl von der Mehrzahl der Forscher, die sie beobachtet haben, angenommen. Nach Mönckeberg und Bethe sollen sie allein es sein, die an den Ranvier'schen Schnürringen von einem Nervenabschnitt in den anderen kontinuierlich übergehen. Daraus wird nun von Apáthy, Bethe u. a. der naheliegende Schluss gezogen, dass die Neurofibrillen die eigentlichen und ausschließlichen Leitungsbahnen im Nervensystem vorstellen.

Mit Recht hat Verworn[1]) vor kurzem in einem den gegenwärtigen Stand der Neuronenlehre zusammenfassenden Vortrag hervorgehoben, dass die erwähnte Schlussfolgerung unter dem Einfluss des alten Vergleiches der Nerven mit Telegraphendrähten gezogen worden ist. In der That erscheint uns die Einengung der Reizleitung auf ganz dünne, fibrilläre Bahnen als die naheliegendste Konsequenz der eingetretenen Arbeitsteilung. Eine absolut notwendige Konsequenz ist sie aber nicht, — so wie es heutzutage ja auch eine drahtlose Telegraphie giebt. So hat denn auch Leydig, dem sich Nansen, Rohde u. a. angeschlossen haben, bis auf die neueste Zeit die Ansicht vertreten, dass nicht die Fibrillen, sondern vielmehr die homogene flüssige Grundsubstanz, das „Hyaloplasma", in das sie eingebettet sind, die Leitungs-

1) Das Neuron in Anatomie und Physiologie, Jena 1900. Soweit sich die Angaben in meinem vorliegenden Aufsatze auf zoohistologische Dinge beziehen, sind sie hauptsächlich dieser Schrift entnommen.

bahn repräsentiere. Dazu kommt noch, dass die Fibrillen selbst durchaus nicht eine von allen Forschern unbestrittene Struktureigentümlichkeit der lebenden Neuronen sind. Bütschli hält sie für langgezogene Wabenwände und auch Held kommt beim Studium fixierten Materiales zu einer ähnlichen Auffassung. Am frischen, lebenden Präparat gelang es ihm nicht, eine fibrilläre Struktur zu beobachten.

Es erschien mir notwendig, auf diese Kontroversen hier ausdrücklich hinzuweisen, weil sie für die Beurteilung der kürzlich von B. Němec bei Pflanzen gefundenen Verhältnisse nicht ohne Belang sind. Sie gemahnen in dieser Hinsicht zu doppelter Vorsicht. Jedenfalls ist es eine sehr verdienstvolle Leistung des eben genannten Forschers, in seinem jüngst erschienenen Buche „Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen, Jena 1901", als erster den Versuch gemacht zu haben, die Neurofibrillenlehre auf das pflanzenhistologische und -physiologische Gebiet zu übertragen.

Němec hat in den Wurzelspitzen verschiedener Pflanzen, vor allem bei *Allium cepa*, dann bei *Hyacinthus orientalis*, *Iris germanica*, *Panicum miliaceum*, *Zanichellia palustris*, *Trianea bogotensis*, ferner bei einigen Farnen (*Woodwardia* und *Aspidium*) und Dicotylen (*Cucurbita*, *Pisum* u. a.) fibrilläre Strukturen aufgefunden, die hauptsächlich im Plerom, und zwar in den später zu Gefäßen werdenden Zellreihen entwickelt sind, mehr oder minder deutlich aber auch im Periblem und ev. auch im Dermatogen zur Ausbildung gelangen. Im wesentlichen besteht diese Struktur darin, dass die betreffenden gestreckten Zellen ihrer Länge nach von einem oder mehreren Plasmasträngen durchzogen werden, welche an den Querwänden miteinander korrespondieren. An entsprechend fixierten und gefärbten Mikrotomschnitten lässt sich bei genügend starker Vergrößerung eine fibrilläre Struktur dieser Plasmastränge beobachten. Die Fibrillen durchziehen die Zelle anscheinend ihrer ganzen Länge nach, umgeben den Kern, oder legen sich auch in seitliche Furchen desselben hinein und erreichen mehr oder minder pinselförmig auseinanderweichend die beiderseitigen Querwände, beziehungsweise die äußeren Plasmahäute. So wie die plasmatischen Stränge korrespondieren auch die einzelnen Fibrillen an den Querwänden miteinander, allein nie stehen sie in kontinuierlichem Zusammenhange, die Querwände werden von ihnen nicht durchbrochen. An den Fibrillen unterscheidet Němec eine scharf distinkte Hülle oder Scheide, die sich mit Gentiana violett oder blau färbt, und die eigentliche Fibrillensubstanz, welche erythrophil ist. Auf die verschiedenen Abweichungen von diesem typischen Verhalten, die alle mit großer Sorgfalt und Genauigkeit beschrieben werden, kann hier natürlich nicht eingegangen werden. Nur das eine sei noch bemerkt, dass bei verschiedenen Pflanzen, besonders Dicotylen, zwar die Plasmastränge, nicht aber auch ihre fibrilläre Struktur beobachtet werden konnten.

Nach den Angaben von Němec kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass die von ihm beobachteten Fibrillensysteme mit jenen faserigen Strukturen nahe verwandt oder identisch sind, die schon früher von verschiedenen Forschern außerhalb des Zellkernes gesehen wurden und ihrerseits wieder mit der Substanz der Spindelfasern verwandt sind. Von Strasburger werden bekanntlich diese faserigen Bildungen unter den Begriff des „Kinoplasmas" zusammengefasst[1]). Bei Durchsicht der Litteratur begegnet man Angaben, die mit jenen von Němec eine sehr bemerkenswerte Aehnlichkeit besitzen, und es muss als ein Mangel der Němec'schen Arbeit bezeichnet werden, dass sie den näheren Hinweis darauf und die vergleichende Besprechung jener Angaben unterlässt[2]). Es handelt sich u. a. um fädige Strukturen, wie sie von Mottier und P. Bonin in den Embryosackmutterzellen verschiedener Liliaceen beobachtet worden sind, wobei diese Fibrillen zuweilen gleichfalls zu Bündeln vereinigt, die Zellen der Länge nach durchziehen[3]). Der Leitung äußerer Reize werden solche in einzelnen Zellen auftretende Fibrillensysteme wohl kaum dienen. Auch die interessanten Beobachtungen Miehe's[4]) über die Suspendierung des Zellkernes in den Epidermiszellen von *Hyacinthus* durch kinoplasmatische Aufhängefasern, die bis zur Hautschicht reichen, gehören hierher. Miehe spricht sogar schon den Grundgedanken des Němec'schen Buches aus, wenn er (l. c. p. 391) sagt, dass bei den traumatropen Umlagerungen des Zellkernes diese kinoplasmatischen Aufhängefasern die Reize der Verwundung leiten könnten. — In der Wurzelspitze von *Vicia faba* hat Ch. Hottes[5]) durch Kultur bei verhältnismäßig hohen Temperaturen die Bildung kinoplasmatischer Fasern erzielt, „deren Verwandtschaft zur Spindelfasersubstanz sich durch alle Mittelstufen erweisen ließ". In welchem Verhältnis stehen überhaupt die Němec'schen Fibrillen zu den Spindelfasern, speziell den „Stützfasern" oder Verbindungsfäden? Da Němec seine Beobachtungen am meristematischen Teil der Wurzelspitze und den unmittelbar daran grenzenden Partien angestellt hat, so wäre auf diese Frage näher einzugehen gewesen. Die gegenseitige Korrespondenz der Fibrillen an den Querwänden legt die Möglichkeit nahe, dass es sich in ihnen um persistierende und in die Länge gewachsene Verbindungsfasern handelt. Das wenige, was Němec über das erste Auftreten der Fibrillen sagt, schließt diese Möglichkeit nicht aus.

1) Vergl. E. Strasburger, Ueber Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Jena 1900, p. 142 ff.

2) Der flüchtige Hinweis auf p. 145 ist kein hinlänglicher Ersatz dafür.

3) Vergl. D. M. Mottier, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. 31. B., p. 126.

4) H. Miehe, Bot. Centralblatt, 78. B., 1899, p. 386 ff.

5) Vergl. Strasburger l. c., p. 143.

Wenn nun auch, was von anderer Seite zu entscheiden sein wird, die Fibrillenbündel in den Wurzelspitzen zu den Kinoplasmastrukturen im Sinne Strasburger's gehören, so ist damit ihre von Němec behauptete Funktion als Organe der Reizleitung natürlich noch nicht widerlegt. Es könnten hier sekundäre Anpassungen vorliegen, und selbst Verbindungsfäden könnten einem Funktionswechsel unterliegen und später Reizleitungszwecken dienen. Was aber entschieden gegen die Analogisierung dieser Fibrillen mit den Neurofibrillen des tierischen Organismus spricht, das ist der Umstand, dass sie die betreffenden Zellenzüge nicht kontinuierlich durchziehen, dass sie bloß bis zu den Querwänden reichen und hier von diesen in ihrem Längsverlaufe unterbrochen werden[1]). Was die Neurofibrillen mit immerhin großer Wahrscheinlichkeit als Reizleitungsbahnen erscheinen lässt, das ist ja vor allem ihre ununterbrochene Kontinuität durch das ganze Nervensystem hindurch.

Němec stellt sich demnach die Reizleitung von Zelle zu Zelle folgendermaßen vor: Ein die äußere Plasmahaut treffender Reiz wird sich zunächst in dieser verbreiten, wobei er auch in die mit der Hautschicht verbundenen Fibrillenscheiden übertritt und in diesen sich bis zur nächsten Hautschicht fortpflanzt. Hier würde er sich wieder radiär, d. h. wohl diffus, verbreiten, und dann durch die intercellularen Plasmabrücken der Querwand in die Hautschicht der nächsten Zelle gelangen, sich hier abermals ausbreiten und wieder in die Fibrillen gelangen. Die geforderten Plasmaverbindungen in den Querwänden hat Němec nicht beobachtet, wenigstens giebt er nichts darüber an und auch seine Abbildungen zeigen bis auf die schematische Textfigur auf p. 143 nichts derartiges. Doch kann man es ja immerhin als wahrscheinlich gelten lassen, dass solche Plasmaverbindungen existieren. Bestimmte lokale Beziehungen zwischen diesen Verbindungen und den Fibrillenenden nimmt aber Němec nicht an und so ist denn auch nicht einzusehen, welchen Vorteil die genaue Korrespondenz der Fibrillen an beiden Seiten der Querwände gewähren sollte. Dieser Umstand bestärkt mich in der Vermutung, dass jene genaue Korrespondenz der Fibrillen mit anderen Momenten als jenen der Reizleitung zusammenhängt.

Ich glaube, dass man bei der Annahme eines ganze Zellreihen durchziehenden reizleitenden Fibrillensystems an der Forderung vollständiger Kontinuität wird festhalten müssen. Die intracellularen Fibrillen müssen sich als direkte Fortsetzungen der intercellularen Plasmaverbindungen nachweisen lassen.

Was den experimentellen Teil der Untersuchung betrifft, so muss anerkannt werden, dass Němec mit großer Sorgfalt und Gründlichkeit eine beträchtliche Anzahl von Beobachtungsthatsachen zusammen-

1) Bloß für die in radialer Richtung verlaufenden Fibrillen des Dermatogens und „Hypoderms" hält Němec eine wirkliche Kontinuität für wahrscheinlich.

getragen hat, um seine Ansicht betreffs der reizleitenden Funktion des besprochenen Fibrillensystems zu stützen. Wie in fast allen Fragen der Reizphysiologie sind aber auch auf diesem Gebiete die Versuchsergebnisse vielfach mehrdeutig und wenig beweiskräftig. Ich habe unter all den von Němec angestellten Experimenten nicht eines gefunden, das unzweideutig zu Gunsten seiner Ansicht sprechen würde.

Besonders eingehend hat sich Němec mit der Fortpflanzung des Wundreizes in Wurzelspitzen von *Allium cepa* beschäftigt. Es ist mir nicht möglich, auf seine zahlreichen, wenig übersichtlich zusammengestellten Versuchsergebnisse näher einzugehen. Es handelte sich ihm im wesentlichen darum, die Art und Schnelligkeit der Ausbreitung jener Wundreiz-Reaktion festzustellen, die zuerst von Tangl als „traumatrope" Umlagerung des Protoplasmas und der Zellkerne beschrieben worden ist. Němec unterscheidet eine primäre, mit Vacuolisation des Protoplasmas verbundene, und eine sekundäre, ohne Vacuolisation auftretende traumatrope Reaktion. Erstere breitet sich radial aus, die sekundäre jedoch bloß longitudinal und basalwärts. Dabei findet die Fortpflanzung der Reaktion mit der größten Schnelligkeit in den inneren Periblemreihen und in den großen Pleromzellen statt, welche die Fibrillenbündel in vollkommenster Ausbildung zeigen. Bezüglich der Schnelligkeit der Reizfortpflanzung fand Němec, dass z. B. nach einer in der Nähe des Vegetationspunktes angebrachten Verwundung die Reaktion in der ersten Viertelstunde sich auf eine Entfernung von etwa 1 mm verbreitet hatte. In der nächsten halben Stunde kam sie kaum um 0,2 mm weiter. Da sich aber die Fibrillenbündel bis auf eine Entfernung von 4—6 mm vom Vegetationspunkt verfolgen lassen, so spricht diese rasche Verlangsamung der Reizfortpflanzung wohl nicht zu Gunsten der Němec'schen Ansicht.

Da sich die Fibrillenbündel nicht auf mechanischem Wege entfernen oder unterbrechen lassen, so brachte sie Němec durch plötzliche Temperaturveränderung zur Desorganisation. Wurden nun die Wurzeln verwundet, so pflanzte sich die sekundäre Reaktion entweder nicht oder nur mit sehr geringer Schnelligkeit fort. „Die schnelle Fortpflanzung des Wundreizes hängt somit mit dem Vorhandensein von normalen Fibrillen zusammen." Ob dieser Zusammenhang ein kausaler ist, darüber kann natürlich dieses Versuchsergebnis nichts aussagen. Durch den Temperaturwechsel kann ja ebensogut die Leitungsfähigkeit der Hautschicht oder anderer Teile des Protoplasmas herabgesetzt werden. Němec drückt diesen Einwand selbst in treffender Weise mit den Worten aus: „Der pathologische Zustand der Zelle ist Schuld daran, dass die Zelle den Reiz nicht schnell zu leiten im stande ist, nicht die Destruktion der Fibrillenbündel." Dagegen wendet er nun ein, dass auch ganz normale, gesunde Zellen, wenn sie keine longitudinalen Fibrillen besitzen, den Reiz auch nicht schnell zu leiten

vermögen. Das gilt z. B. für die Zellen des Dermatogens. Ich kann aber nicht finden, dass durch einen solchen Hinweis die Beweiskraft des experimentellen Ergebnisses außer Zweifel gestellt wird.

Wichtiger als die Beziehungen des Fibrillensystems zur Fortleitung des Wundreizes müssten natürlich diejenigen zur Fortpflanzung des geotropischen Reizes sein. Němec gesteht selbst zu, dass der experimentelle Nachweis der geotropischen Reizleitung im Fibrillensystem sehr schwierig ist und dass operative Eingriffe überhaupt keine überzeugenden Folgerungen gestatten. Es erscheint daher nicht nötig, auf seine diesbezüglichen Versuche näher einzugehen. Auch seine etwas gekünstelte indirekte Beweisführung erscheint mir nicht stichhaltig.

Außer in Wurzelspitzen hat Němec auch in der „Plumula" von *Panicum miliaceum* und von *Avena* Fibrillenbündel gefunden und bringt sie hier gleichfalls in Beziehung zur geotropischen und heliotropischen Reizleitung.

Dass auch fibrillenlose Plasmakörper reizleitend sein können, wird auch von Němec zugegeben. Wo Fibrillenbündel vorhanden sind, erzielen sie nach seiner Ansicht bloß eine wesentliche Beschleunigung der Reizleitung. Es liegt daher nahe, vor allem solche Pflanzenteile zu untersuchen, in denen sich noch viel raschere Reizleitungsvorgänge abspielen als in den Wurzelspitzen: Reizbare Staubblätter und Narben, Ranken, die Blätter von *Biophytum sensitivum*, *Aldrovandia vesiculosa* und *Dionaea muscipula*. Da in all diesen Organen die Reizleitung zweifelsohne eine Funktion des lebenden Protoplasmas und seiner Verbindungen ist, so müsste, wenn irgendwo, am ehesten hier die Ausbildung von reizleitenden Fibrillen zu erwarten sein. Dieselben müssten sich von den reizpercipierenden Stellen, den Fühlpapillen und Fühltüpfeln mancher Staubblätter und Ranken, den Fühlhaaren und -Borsten von *Aldrovandia* und *Dionaea*, bis in das aktive Bewegungsgewebe hinein verfolgen lassen. Die Untersuchung solcher vollständig ausgewachsener Organe böte auch den weiteren Vorteil, dass die Verwechslung der etwa vorhandenen Fibrillen mit kinoplasmatischen Fasern, deren Ausbildung direkt oder indirekt mit den Zellteilungsvorgängen zusammenhängt, so gut wie gänzlich ausgeschlossen wäre.

Schon im Sommer v. Js. habe ich in diesem Sinne einige orientierende Untersuchungen angestellt, und dieselben vor kurzem durch verschiedene Beobachtungen ergänzt. Ueber ihre Ergebnisse möge im Nachstehenden kurz referiert werden.

Bei *Aldrovandia vesiculosa* kommen bekanntlich auf den Oberseiten der beiden annähernd halbkreisförmigen Hälften der Blattspreite zarte Fühlhaare vor, deren Berührung das Zusammenklappen der Spreiten-

hälften zur Folge hat[1]). Zwischen mehreren Etagen langgestreckter steifer Zellen befindet sich eine sehr kurzzellige Etage, das „Gelenk" des Haares; hier allein tritt bei einem Stoß auf den oberen Teil des Haares eine scharfe Knickung ein; die Gelenkzellen resp. ihre Protoplasten werden dabei stark deformiert und repräsentieren demnach zweifelsohne die reizpercipierenden Zellen des Fühlhaares. Der Reiz wird dann durch den unteren Teil des Haares in das Blattgewebe und von hier zum Bewegungsgewebe des Mittelnervs geleitet.

Zunächst habe ich mittelst bekannter Methode festgestellt, dass die unteren Querwände der Gelenkzellen, die nicht getüpfelt sind, von einigen wenigen äußerst zarten Plasmaverbindungen durchbrochen werden. Ich habe in den wenigen Fällen, in denen die Plasmafasern überhaupt deutlich genug hervortraten, nicht mehr als 3 Fasern in einer Querwand gezählt. Zur Beantwortung der später aufgeworfenen Frage, ob in den basalen Haarzellen und im Blattgewebe Fibrillenbündel oder wenigstens einzelne Fibrillen auftreten, stand mir leider nur mehr gut konserviertes Alkoholmaterial zur Verfügung[2]). Dasselbe wurde 24 Stunden lang mit 1prozentiger Chromsäure gebeizt und nach längerem Auswaschen mit Gentianaviolett gefärbt. Auch Tinktionen mit Hämalaun wurden vorgenommen. Das Ergebnis war ein negatives. Im plasmatischen Wandbelag der unterhalb des Gelenkes gelegenen Haarzellen konnten Fibrillen nicht wahrgenommen werden. Im Hinblick auf die Beobachtungen Miehe's bei *Hyacinthus* war es geboten, den spindelförmigen, an ihren Enden frei zugespitzten Zellkernen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Eine Verlängerung dieser fädigen Kernenden zu die ganze Zelle durchziehenden Fibrillen konnte ich aber nicht wahrnehmen. — Die die „Blase" bildenden Teile der Blattspreite bestehen aus drei Zelllagen: der beiderseitigen Epidermis und einer mittleren großzelligen Parenchymzelllage. Für die Reizleitung kommt die oberseitige Epidermis und die Parenchymzellschicht in Betracht. Die Zellen der Epidermis sind senkrecht zum Mittelnerv, also in der Hauptrichtung der Reizleitung gestreckt. Sie enthalten einen zarten plasmatischen Wandbelag und an einem Ende häufig eine etwas größere Plasmaansammlung. Das Zelllumen wird von einem grobmaschigen Netzwerk feiner Plasmafäden durchsetzt. Die Maschen sind häufig längsgestreckt, so dass die Plasmafäden longitudinal verlaufen. Die Knotenpunkte des Netzwerkes zeigen häufig eine Verdickung, auch einzelne Fäden sind manchmal dicker und dabei feinkörnig. Sehr häufig setzen diese Fibrillen an

1) Vergl. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, II. Aufl., p. 480; ferner K. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, II. Teil, Insektivoren, p. 69 und 201.

2) Němec giebt übrigens an, die Fibrillen auch an Alkoholmaterial beobachtet zu haben.

die Chlorophyllkörner an, und verbinden diese untereinander, sowie mit dem spindelförmigen, beiderseits fein zugespitzten Zellkern. — In der Parenchymschicht lässt sich dasselbe Netzwerk beobachten; die Fäden sind aber meist derber als in der Epidermis. Nicht selten setzen die Fäden an die spitzen Enden der Zellkerne an, verlaufen dann oft eine ansehnliche Strecke lang in mehr oder minder longitudinaler Richtung und endigen an einem Chlorophyllkorn. Zuweilen sah ich auch einen etwas dickeren Plasmastrang in der Mitte der Zelle von einem Ende desselben zum anderen gehen und beiderseits zarte Fibrillen abgehen, die dann in querer Richtung mit dem Wandbelag oder mit Chlorophyllkörnern in Verbindung traten.

Es liegt kein triftiger Grund vor, dieses Netzwerk von Plasmafäden mit den Němec'schen Fibrillensystemen in Parallele zu bringen, wenn auch die Möglichkeit einer Reizleitung in diesen Plasmafäden nicht zu bestreiten ist. Diese Möglichkeit liegt aber für jeden durch das Zelllumen ausgespannten Plasmafaden vor, sobald die betreffende Zelle in einer Reizleitungsbahn liegt. Im vorliegenden Falle möchte ich aber die Bedeutung des Netzwerkes für die Beziehungen des Zellkernes zur Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern in den Vordergrund stellen. Die ganze Erscheinung erinnert mich nämlich lebhaft an ähnliche Vorkommnisse, die ich in ergrünenden Kartoffelknollen beobachtet habe[1]).

An den Ranken verschiedener Cucurbitaceen kommen in den Außenwänden der Epidermis der sensibeln Rankenseite Fühltüpfel vor, die zuerst Pfeffer beobachtet hat. Bei *Cucurbita Pepo* besitzt jede Epidermiszelle in der Regel einen einzigen Fühltüpfel in der Mitte der Außenwand. Der Tüpfelkanal ist an seinem Ende trichterförmig erweitert. Wenn reizleitende Fibrillen vorhanden wären, so müssten sie gegen das im Fühltüpfel enthaltene reizpercipierende Protoplasma konvergieren. Ich habe mich aber vergeblich bemüht, etwas derartiges aufzufinden. Weder die sogen. Lebendfärbung mit Methylenblau noch die Tinktion mit Hämalaun oder Gentianaviolett nach Fixierung mit 90prozentigem Alkohol und nachträglicher Beizung mit 1prozentiger Chromsäurelösung ließ in dem kräftig entwickelten Plasmaschlauch das Vorhandensein von Fibrillen erkennen. Allerdings sieht man nach letztgenannter Behandlung auf Flächenschnitten von den Fühltüpfeln häufig einige dunkle Fäden ausstrahlen, die jedoch nicht den Rand der Zelle erreichen. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass es sich hierin bloß um ein Artefakt handelt, hervorgerufen durch Quellung der Membran bei Behandlung mit der Chromsäurelösung. Nach Behandlung mit Salzsäure tritt diese zarte radiale Streifung, die leicht eine Plasmastrahlung vortäuscht, noch deutlicher hervor, auch sind die

1) Vergl. G. Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie, p. 233.

Streifen noch zahlreicher. Am Rande der Schnitte, wo die Außenwände von dem anhaftenden Plasmabelag befreit sind, ist aber die von den Fühltüpfeln ausgehende Strahlung gleichfalls zu beobachten. Es handelt sich offenbar um eine zarte Fältelung der innersten Membranschichten, resp. des Innenhäutchens, die durch die Quellung bedingt wird. Unterlässt man das Beizen mit Chromsäure, so ist an Alkoholmaterial von einer radialen Streifung nichts zu sehen.

Die reizbaren Staubfäden von *Opuntia vulgaris* sind mit winzigen Fühlpapillen versehen, die überaus dünne Wände besitzen[1]). Auch hier gelang es mir nicht, von den Papillen ausgehende Plasmafibrillen nachzuweisen.

Auf Grund dieser vorläufigen Beobachtungen, die natürlich noch kein abschließendes Urteil gestatten, halte ich es nicht für wahrscheinlich, dass in der oben erwähnten Gruppe von reizbaren Organen Fibrillensysteme vorkommen, die dem von Němec beobachteten an die Seite zu stellen wären.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, dass die von Němec aufgefundenen Strukturen sich fast ausnahmslos nur in unausgewachsenen, erst in Entwicklung begriffenen Zellen vorfinden, und dass die Fibrillen mit den Zellkernen meist in eine sehr innige Berührung treten. Diese beiden Umstände lassen mich vermuten, dass die Hauptbedeutung jener Fibrillensysteme in der Uebertragung der vom Zellkern ausgehenden Impulse auf die Zellmembran besteht. Auch Němec ist diese Möglichkeit nicht entgangen. Schon vor längerer Zeit habe ich darauf hingewiesen[2]), dass, wenn die Kerne sich nicht in unmittelbarer Nähe derjenigen Stellen befinden, wo das Wachstum am lebhaftesten vor sich geht, gewöhnlich Plasmastränge eine Verbindung der Kerne mit den Wachstumsstätten auf kürzestem Wege herstellen. Wenn nun in diesen Plasmasträngen fibrilläre Bahnen zur Uebertragung der von den Zellkernen ausgehenden Impulse, mögen dieselben dynamischer oder stofflicher Art sein, ausgebildet wären, so müsste das als eine vorteilhafte Einrichtung bezeichnet werden. Am schärfsten hat Němec die Fibrillensysteme in jenen Zellreihen des Pleroms entwickelt gefunden, die später zu Gefäßen werden. Die Querwände, denen die Fibrillenbündel aufsitzen, werden später aufgelöst; wenn diese Auflösung unter dem Einfluss der Zellkerne vor sich geht oder vorbereitet wird, so wäre es begreiflich, wenn bei der relativ weiten Entfernung der Querwände von den Zellkernen für die Sicherung der Uebertragung des Kerneinflusses durch Ausbildung fibrillärer Bahnen gesorgt würde.

1) Vergl. G. Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie, p. 479.

2) G. Haberlandt, Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen, Jena 1887.

So giebt die besprochene Schrift von Němec nach verschiedenen Seiten hin Anregung zu neuen Untersuchungen. Schon deshalb muss sie als eine ganz hervorragende Leistung bezeichnet werden, selbst dann, wenn die darin beschriebenen, sehr merkwürdigen Strukturen in funktioneller Hinsicht sich nicht als das erweisen sollten, als was sie ihr Entdecker hinstellt. [61]

Graz, am 25. März 1901.

Ferd. Cohn: Blätter der Erinnerung.

Zusammengestellt von seiner Gattin Pauline Cohn. Mit Beiträgen von Prof. Rosen. Breslau 1901. J. U. Kern's Verlag.

Im vorliegenden Werke sind viele interessante Mitteilungen über Professor Ferd. Cohn, den bekannten Breslauer Pflanzenforscher, enthalten. Wir können die Lektüre dieser Erinnerungsblätter nur angelegentlichst empfehlen. Sind die Verdienste des Verstorbenen um die Begründung desjenigen Zweiges der wissenschaftlichen Botanik, den man Pflanzenphysiologie nennt, auch ganz allgemein anerkannt und gewürdigt, so ist es darum doch von entschiedenem Interesse, aus dem Studiengange Professor Cohn's zu ersehen, wie er schon als ganz junger Mann diejenige Richtung des Forschens, die später für ihn charakteristisch war, eingeschlagen hat. Das hierauf bezügliche Kapitel (S. 109—130) rührt von Prof. Rosen her und wir bekommen durch dasselbe gleichzeitig einen Einblick in die Art, wie vor 50 Jahren Botanik an unseren Universitäten gelehrt wurde. Waren doch die Mikroskope damals noch ganz primitiv und die Stative derselben meistenteils nur aus Holz hergestellt. Für gewöhnlich begnügte man sich bei Besichtigung der zarteren Details mit Lupen und von einer mikroskopischen Technik im heutigen Sinne war keine Rede. Dieser Sachlage gegenüber sehen wir Ferd. Cohn eifrig bemüht, seine Schüler in der Kunst des Mikroskopierens zu unterrichten und bei ihnen Interesse für die Pflanzenwesen von niederer Organisation zu erwecken. So kam es, dass die Universität Breslau zu allererst in Deutschland Gelegenheit dazu bot, die Lebenserscheinungen der Algen und Pilze kennen zu lernen, welche bisher sehr stiefmütterlich im Vergleich zu der phanerogamischen Pflanzenwelt behandelt worden waren. Und hierin besteht eins der Hauptverdienste Professor Cohn's, welches ihm unvergessen bleiben wird. Er hat Hunderte von Mikroskopikern ausgebildet und diese haben wieder ihrerseits dazu beigetragen, den Gebrauch der stark vergrößernden Linsensysteme innerhalb der botanischen Forschung zu verallgemeinern. Das Breslauer pflanzenphysiologische Institut wurde auch sonst vielfach als Vorbild benutzt, obgleich die Einrichtung desselben recht bescheiden zu nennen war. Erst später verfügte Professor Cohn über einen größeren instrumentellen Apparat. Man muss es demnach bewundern, dass so viele ausgezeichnete und epochemachende Arbeiten aus einem nur mit den notwendigsten Hilfsmitteln ausgestatteten Laboratorium hervorgehen konnten.

Das Verzeichnis der von Cohn publizierten Schriften, welches den „Erinnerungsblättern“ beigegeben ist, zeigt den außerordentlichen Fleiß und die Vielseitigkeit des unermüdlichen Forschers. Es umfasst den Zeit-

raum von 1849 bis 1898 und weist nur für das Jahr 1878 eine Lücke auf. Grundlegende Arbeiten, welche Cohn's Namen innerhalb der botanischen Wissenschaft berühmt gemacht haben, sind namentlich seit 1870 von ihm veröffentlicht worden. Eine bedeutungsvolle Entdeckung nach der anderen gelang ihm damals. Er wies zuerst auf die Verwandtschaft der Bakterien zu den Schwingfäden (Oscillarieen) hin und stellte damit ihre Pflanzennatur fest. Er zeigte ferner, dass auch im Reiche der Spaltpilze die zoologisch-botanischen Begriffe von Gattung und Art anwendbar seien und schloss daran eine Widerlegung der damals noch von mancher Seite für möglich gehaltenen Urzeugung. Cohn war auch der erste, welcher mit sterilisierten Nährböden experimentierte und auf solchen verschiedene Bakterien-Arten züchtete. Er lieferte auch die genaue Beschreibung einer größeren Anzahl von ihm entdeckter Spaltpilze und gruppierte sie mit den bereits bekannten in ein übersichtliches System, welches seinen Hauptzügen nach heute noch in Geltung ist. Cohn hat übrigens auch noch insofern ein großes Verdienst um die heutige Bakteriologie, als er die hohe Wichtigkeit der Robert Koch'schen Forschungen (1876) sogleich erkannte und denselben nach Möglichkeit Vorschub leistete. Es muss hierbei daran erinnert werden, dass Dr. Koch, der damals noch Kreisphysikus in Wollstein war, um jene Zeit seine Untersuchung über das Kontagium des Milzbrandes beendigt hatte und nun den Wunsch hegte, die Resultate derselben „dem besten Kenner der Bakterien" zur Beurteilung vorzulegen. Koch erbot sich, nach Breslau zu kommen und dem Professor Cohn die Originalpräparate zu erläutern. Das geschah auch thatsächlich (30. April 1876) und Cohn gewann sofort den Eindruck, dass es sich hier um eine Angelegenheit handele, die in hygienisch-medizinischer Hinsicht von größter Bedeutung sei. Die ferneren Arbeiten und Erfolge Dr. R. Koch's haben inzwischen vor aller Welt den Beweis geliefert, dass der Breslauer Pflanzenforscher sehr richtig geurteilt hatte. Ferd. Cohn hat aber seinerseits die Bakterien lediglich von botanischen Gesichtspunkten aus studiert. Er erforschte ihren Bau, ihre Vermehrungsweise und ihre Bewegungen, stellte das Vorhandensein von Vacuolen, Cilien und Sporen bei denselben fest, ebenso die Anwesenheit von eiweißhaltigen Membranen und Schleimhüllen. Und zwar geschah dies ohne die jetzt üblichen Methoden der Fixierung, Beizung und Färbung, so dass die Augen ganz ungewöhnlich bei diesen minutiösen Untersuchungen in Anspruch genommen wurden. Prof. Cohn hat die später bei ihm eingetretene Sehschwäche höchstwahrscheinlich diesen anstrengenden Arbeiten zu verdanken gehabt.

Die „Erinnerungsblätter" schildern uns aber auch den Verlauf von Studienreisen, welche Prof. Cohn unternahm, übermitteln uns seine Erlebnisse auf den von ihm besuchten Naturforscherversammlungen, erzählen uns von seiner persönlichen Begegnung mit Charles Darwin u. s. w., so dass wir mit einer Fülle von Material versehen werden, um uns die bedeutende Individualität des namhaften Forschers lebhaft ins Gedächtnis zurückrufen zu können. Insbesondere dürfte dieses schöne Buch, dem eine weite Verbreitung zu wünschen ist, die zahlreichen früheren Schüler des Verstorbenen interessieren, denen es hiermit auch in erster Linie empfohlen sein mag. Es ist ein stattlicher Band von 266 Druckseiten.

Dr. Otto Zacharias. [57]

Mitteilungen aus der Biologischen Station zu Plön.

Ueber die im Süßwasserplankton vorkommenden Synchaeten

Von **Dr. Otto Zacharias** (Plön).

Die Vertreter der Gattung *Synchaeta* gehören zu denjenigen Rädertieren, welche zu manchen Zeiten in sehr großer Anzahl an der Zusammensetzung des Limnoplanktons beteiligt sind. Dies erklärt sich daraus, dass alle Species dieses nur wenige Arten umfassenden Genus außerordentlich gut zu schwimmen vermögen und dass ihr kegelförmig gestalteter Körper auch sonst für das freie Schweben im Wasser besonders geeignet ist. Bei der Fortbewegung drehen sich diese Tierchen oft andauernd um ihre Längsachse; dies ist eine Eigentümlichkeit, welche namentlich an den kleineren Species beobachtet werden kann.

Die am häufigsten im Plankton der Binnenseen zu findenden Arten sind *Synchaeta pectinata* Ehrb. (= *S. mordax* Gosse) und *Synchaeta tremula* Ehrb. Die erstgenannte besitzt eine Körperlänge von 300 μ, die zweite eine solche von 200 μ. Beide sind durch die Abbildungen, welche Ehrenberg in seinem großen Infusorienwerke gegeben hat, hinlänglich bekannt. *Synchaeta tremula* ist im lebenden Zustande sofort durch den abgestutzten Kopfteil kenntlich, der sich nicht konisch hervorwölbt wie bei *Synchaeta pectinata*. Auch durch ihren schlankeren Habitus unterscheidet sich *Synchaeta tremula* von *Synchaeta pectinata*. Dies ist aber nur an frischen Exemplaren beider Species konstatierbar, weil sich die Tierchen unter der Einwirkung der meisten Konservierungsmittel so stark zusammenziehen, dass sie fast kugelig werden. Am besten bleibt die Körperform bei Synchaeten erhalten, wenn man heißes Quecksilberchlorid zur Abtötung derselben verwendet. Formalin, welches neuerdings gewöhnlich zur Konservierung des Planktons benutzt wird, lässt eine sichere Identifikation der einzelnen Synchaetenspecies nicht mehr zu; man kann dann höchstens noch Größenunterschiede feststellen, womit aber nicht viel gewonnen ist.

Die größte Synchaete des Limnoplanktons ist *Synchaeta grandis*, welche eine Länge von 575—600 μ und eine Kopfbreite von 280 μ besitzt. Ich konstatierte die Anwesenheit dieser neuen Art im Großen und Kleinen Plönersee, sowie in einer Anzahl anderer holsteinischer Wasserbecken. Inzwischen ist dieselbe in den verschiedensten Seengebieten aufgefunden worden, so z. B. von Dr. Wesenberg-Lund neuerdings auch in dänischen Binnenseen. Ich kann jedoch die Ansicht dieses Forschers nicht teilen, dass *Synchaeta grandis* nur eine Varietät, bezw. eine Hochsommerform von *Synchaeta pectinata* sein soll. Hiergegen sprechen schon die augenfälligsten Merkmale der erstgenannten Species, ganz abgesehen von der Größendifferenz, welche zwischen ihr und *Synchaeta pectinata* vorhanden ist. Ich verweise im übrigen auf die nähere Beschreibung von *Synchaeta grandis* im 1. Teil der Plöner Forschungsberichte 1893, p. 23 und auf die dazu gegebene Abbildung (Fig. 2).

Neben *Synchaeta tremula* kommt im Plankton der Binnenseen in fast gleicher Häufigkeit auch noch eine andere *Synchaeta* von 200—250 μ Länge vor, welche bei flüchtiger Musterung leicht mit der ersteren verwechselt werden kann. Ich habe dieses Tierchen zuerst 1895 gesehen

(Gr. Plöner See, Kl. Plöner See, Klinkerteich). Es erinnert durch den vorgewölbten Kopfteil und die darauf folgende halsartige Einschnürung an *Synchaeta baltica* Ehrenb., hat aber sonst die äußerst lebhafte Bewegungsweise von *Synchaeta tremula*. Charakteristisch ist die bei allen Exemplaren vorhandene Zweiteilung des dunkelkirschroten Augenfleckes. Derselbe zerfällt nämlich bei den erwachsenen Individuen stets in eine rechte (größere) und eine linke (kleinere) Hälfte. Dabei hat die größere meist einen kreisförmigen Kontur, während die kleinere dreieckig oder wie ein plumpes Komma gestaltet ist. Der Durchmesser des größeren Fleckes ist etwa 6 μ, der des kleineren 2—2,5 μ. Bei sehr jungen Exemplaren (d. h. bei solchen, die erst unlängst aus dem Ei geschlüpft sind) ist der Augenfleck stets noch ungeteilt.

Es wäre möglich, dass diese neue Form im Verhältnis einer Varietät zu *Synchaeta tremula* (mit der sie meist vergesellschaftet ist) steht; doch müssten dann erst deutliche Uebergänge zwischen beiden nachgewiesen werden, was bis jetzt noch nicht geschehen ist. Bis auf weiteres möchte ich die fragliche Species als *Synchaeta neglecta* bezeichnen.

Synchaeta stylata Wierz. ist ebenfalls eine Planktonspecies. Dieselbe ist nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika (Eriesee) von Jennings als solche beobachtet worden. Wie die erstgenannten Arten, so kommt auch diese oft in beträchtlicher Individuenzahl vor, wogegen *Synchaeta grandis* immer nur in mäßiger Menge aufzutreten pflegt.

Was die Nahrung der Synchaeten anbelangt, so sind sie vorwiegend Diatomeenkonsumenten und fressen besonders gern Cyclotellen. In Ermangelung von solchen halten sie sich an die Peridineen und geben diesen den Vorzug vor den grünen, einzelligen Algen, wenn solche gleichzeitig mit jenen im Wasser vorhanden sind. Nach meiner Beobachtung wurden bei den als Nahrung aufgenommenen Peridineen immer zuerst die Chromatophoren verdaut; die Kerne hingegen zeigten immer noch deutliche Umrisse, wenn die Chromatophoren schon ganz aufgelöst und in eine dunkelbraune Masse umgewandelt worden waren. Es scheint demnach so, als ob die Kerne durch das Verdauungssekret der Synchaeten viel schwerer angegriffen würden, als der übrige Inhalt der Peridineenzelle. Von letzterer bleibt erklärlicherweise auch der aus Cellulose bestehende Panzer unverdaut und wird mit den Faeces wieder ausgestoßen. Die Vorliebe für Peridineen und Diatomaceen scheint übrigens auch bei den Vertretern anderer Rädertiergattungen zu bestehen, denn ich bemerkte, dass sich *Asplanchna priodonta* gleichfalls ausschließlich von *Asterionella, Fragilaria crotonensis, Synedren* u. s. w. ernährte, obwohl ihr zur nämlichen Zeit sehr viele grüne Algen in den betreffenden Gewässern zur Disposition standen. Es findet hiernach von seiten der Rotatorien eine Bevorzugung derjenigen einzelligen Nahrungsobjekte statt, welche gelbe oder braune Chromatophoren besitzen. Nur dann, wenn Peridineen und Diatomeen spärlich zugegen sind, werden auch grüne Organismen (*Chlorella, Protococcus, Eudorina* etc.) als Nahrung mit aufgenommen. Hiervon konnte ich mich wiederholt bei verschiedenen und zufällig sich darbietenden Gelegenheiten überzeugen. Die *Asplanchna*-Arten fressen freilich obendrein

auch noch kleinere Rotatorien (z. B. Anuräen), so oft sie welche haben können, um ihren unersättlichen Appetit zu stillen. Bei einem einzigen Individuum von *Asplanchna priodonta* konstatierte ich einmal folgenden Mageninhalt: 7 Sterne von *Asterionella*, 6 kürzere Bänder von *Fragilaria*, mehrere Frusteln einer langen *Synedra*, Dutzende von Exemplaren eines *Peridiniums* (*P. tabulatum*) und 4 Stück Anuräen (*A. cochlearis*). Auch einige Dinobryonkolonien waren außerdem noch mit verschlungen worden. [66]

Transplantations- und Protoplasmastudien an *Bryopsis plumosa*.

Von **S. Prowazek.**

In einer früheren Mitteilung in dieser Zeitschrift (Bd. XXI Nr. 3) wurde über verschiedene Transplantationsversuche an Zellen berichtet; in den nachfolgenden Zeilen soll über weitere Experimente in diesem Sinne referiert werden. Als Versuchsobjekt wurde abermals *Bryopsis*, eine zu den Siphoneaeen gehörende Alge gewählt, und dieses zum Teil auch aus dem Grunde, weil diese Alge nach den Untersuchungen von Schmitz vielkernig ist und so im Grunde genommen keine morphologische Einheit in dem üblichen Sinne, sondern bloß eine physiologische Einheit darstellt. Die Bryopsiszelle ist nach Hanstein ein Symplast, nach Sachs eine Energide. Die Transplantationsmethode bestand darin, dass in dickere angeschnittene Stammstücke dünnere, basale und apicale Bryopsisteile im gleichen oder entgegengesetzten Sinne ihrer Polarität eingeführt wurden; mit der Einführung dieser gleichfalls angeschnittenen Teile muss man rasch verfahren, da sich bekanntlich an der Verwundungsstelle schnell Niederschlagsmembranen ausbilden. Auch muss das einzuführende Stück etwas schief geführt werden, damit die wandständigen Plasmen direkt miteinander zur Berührung kommen. Bei diesem Vorgehen leistet ein sog. Lanzettmesser, auf das man das einzuführende Stück der Länge nach auflegt und das man gleichsam als Leitbahn benützt, vorzügliche Dienste. Das Experiment gelang im ganzen in 4 Fällen in vollkommen befriedigender Weise; in den meisten Fällen geriet das zu implantierende Zellstück entweder zu tief in den Zellsaftraum oder es zerfielen infolge des Reizes die einzelnen Teile des Zellinhaltes in isolierte Kugeln und Ballen. (Mit einem Bryopsisteil gelangte auch einmal eine an der Membran der Zelle festgeheftete Vorticelle in den Zellsaftraum, starb aber hier nach wenigen Minuten ab.) Besondere Erfolge der Protoplasmavereinigung versprach ich mir von Zellen, deren Protoplasmabewegung im entgegengesetzten Sinne sich vollzog und so natürlicherweise die verwundeten Stücke von selbst gleichsam zur Vereinigung gedrängt wurden. — Einmal ergoss sich sogar ein Plasmateil aus dem apical abgeschnittenen Fiederstück

in das Plasma des basal angeschnittenen Stammstückes (6. März, 3 Uhr nachmittags, Fig. 1*a*). Am 7. März früh war die Grenze zwischen den beiden Plasmen noch recht unbestimmt und erst nachmittags um 2 Uhr zog sich das eingeführte Plasma zu einem Ballen zusammen, bildete peripher eine Niederschlagsmembran, die später am 8. März nachmittags durch eine zarte Zellmembran ersetzt wurde, so dass nun eine Zelle in der anderen ruhte. Später ging aber diese kleine Kugelzelle zu Grunde und verblieb in dem Plasma des Bryopsisstämmchens nur in der Form einer abgestorbenen Cyste peripher liegen. Die basal angeschnittenen Stammstücke legten lange Zeit hindurch all die Spuren eines Wundreizes an den Tag, indem an der Verwundungsstelle das Plasma dichter und das Chlorophyll hier zu einer mächtigen Schichte angesammelt war. In keinem einzigen Falle verschmolzen aber die beiden Protoplasmen. — Die derart gewonnenen Transplantationsobjekte wurden möglichst schwebend

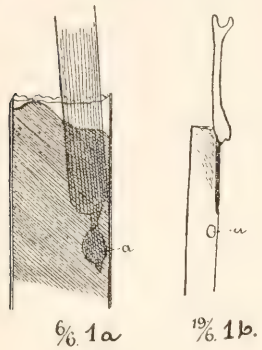


Fig. 1 *a* u. *b*.

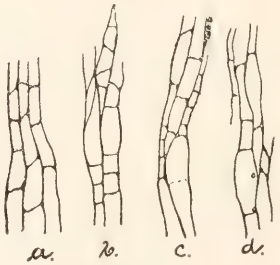


Fig. 2.

Fig. 3.

in Uhrschälchen in horizontaler Lage in einer flachen feuchten Kammer am Fenster unter gleichmäßigen Lichtverhältnissen gehalten; später wurden sie auch einmal im Tage auf die andere Seite umgelegt. Sie regenerierten nun in allerdings langsamer Weise in der ihnen früher vornehmlich durch das Licht (Winkler) und vielleicht nur zum Teil durch die Schwerkraft induzierten Polarität; aus den basalen Teilen entstanden rhizoidartige Gebilde (Fig. 1*b*) und an den terminalen Teilen fand man später kleine Erhebungen, die auf eine hernach folgende Regeneration von Fiederchen hindeuteten.

Aus den Experimenten geht vorläufig hervor, dass die Plasmen unter gewöhnlichen Verhältnissen (von der Kopulation abgesehen, der Phasen von Cytotropismus und Plastogamie entwicklungsgeschichtlich vorausgehen) nicht zur totalen Verschmelzung gebracht werden können, eine Erscheinung, die wohl auf individuell geartete chemisch-physikalische Differenzen in der jedesmaligen inneren Zellorganisation, die

je nach dem Alter der Organismen vermutlich zunehmen, zurückgeführt werden kann. Im gleichen Sinne wären die schon einmal erwähnten Versuche von Jensen an *Orbitolites* und *Amphistegina*, bei denen nur junge Individuen zum Verschmelzen gebracht wurden und dann Doppelschalen aufbauten, zu deuten; in der letzten Zeit berichtete Penard von Difflugien, die nur Teilstücke ihres eigenen Pseudopodienprotoplasmas später aufnahmen, nicht aber das Plasma, welches Tieren derselben oder anderer Art entstammte, ja es erfolgte oft bei derartigen Vereinigungsversuchen geradezu eine Fluchtbewegung in der entgegengesetzten Richtung.

Verworn berichtete ferner über interessante Transplantationen der Centralkapsel der *Thalassicola*, die anderen der Centralkapsel selbst beraubten Tieren nach Analogie der Experimente von Boveri über die Bastardbefruchtung eingefügt wurde.

Bryopsisstämmchen, deren Plasma durch einen Druck mittelst der Präpariernadel innerhalb ihrer Membranröhre in zwei Portionen zerteilt wurde, verschmolzen dagegen meistens $1^1/_4$ Stunde nach ihrer Verwundung. — Ausgetretene Plasmateile ballen sich zunächst nach dem Gesetze freier Flüssigkeiten zu einer Kugel zusammen, nach 2 Tagen wird aber dieses physikalische Gesetz durch die Wirksamkeit morphogenetischer Gesetze durchbrochen und seitlich aus der Kugel erhebt sich ein Tuberkel, die sich zu einem neuen Stämmchen regeneriert. Dasselbe gilt vom Cladophoraplasma.

Das Plasma der *Bryopsis* umgiebt einen ansehnlichen Zellsaftraum und liegt sonst der Membran dicht an. Die äußerste, nicht scharf abgesonderte periphere Plasmaschicht befindet sich während der Protoplasmaströmungen fast im Ruhezustande. Hier kommt unter günstigen Bedingungen in normalen Fällen stellenweise eine längsfibrilläre Struktur von anscheinend beständigeren Plasmadifferenzierungen zum Vorschein (Fig. 2, *a*, *b*, *c*, *d*). Diese werden durch eine Art von Querbrücken und visciden Lamellen von Morphoplasma verbunden und verkittet, die Zwischenräume füllt schließlich ein lichtes, leicht flüssiges Hygroplasma aus, in dem zuweilen rundliche, mäßig lichtbrechende Granulationen sich nachweisen lassen; sie führen selbst wogende Bewegungen aus und bewegen sich bei den mäßigen Strömungen zum Teil längst der Strukturbahn in der Weise, dass sie durch ihre minimale scharfe Oberflächenkrümmung Anlass zu inneren successive sich ändernden Spannungsbedingungen geben. Aus demselben Grunde gleiten, flimmern und bewegen sich die peripheren mit Neutralrot färbbaren, von Perty als Blastien bezeichneten Peripher-granulationen mancher Monasformen. Die hier geschilderten Strukturen, die beim ersten Anblick wabig aussehen und bei Verwundungen meistens einen solchen Charakter annehmen, werden besonders durch $^1/_2$—$1\,^0/_0$ Aetherlösungen verdeutlicht; unter dem Einfluss dieses Reagens

bilden sich peripher oft granulaführende Alveolen aus, die eben auf Grund der festeren Filarstruktur und durch die gelegentlichen Protoplasmabewegungen in lange Fortsätze ausgezogen werden.

In einer tieferen nicht streng abgegrenzten Protoplasmaschicht kann man die rundlichen oder ganz runden mit einem Nucleolus versehenen, oft zu zweien agglutinierten Zellkerne finden, hierauf wird die Struktur zusehends undeutlich und verschwindet in einer schier homogenen, den Zellsaftraum umgrenzenden Protoplasmaschicht, in der sich die flachen, centralwärts etwas vorspringenden Chlorophyllkörper befinden.

Am apicalen oder auch basalen Ende ist das Plasma mächtiger angesammelt, minder durchsichtig, flüssigkeitsärmer und granulöser; zuweilen kann man hier wohl infolge von eigenartigen Wachstumsvorgängen Alveolen feststellen, — vor allem findet man hier die Zellkerne und zahlreiche Chlorophyllkörper. — Mittelst Färbungen mit Neutralrot, das von Witt entdeckt und von Ehrlich zuerst an keimenden Pflanzen, bei denen der letztere Autor typische Granulafärbungen erzielte, verwendet wurde, nehmen in der besprochenen Wachstumszone an einzelnen Stellen einige gegen die Membran aufsteigende Partikeln eine Färbung in einer rosa Nüance an, während noch feinere Körnchen sich rotgelb färben (Fig. 3 *ng*). Im allgemeinen wird, wie schon früher berichtet, das Neutralrot bei dieser Alge peripher in krystallinischer Trichitenform niedergeschlagen, manchmal färben sich hier auch Granulationen, später tauchen aber gegen den Zellsaftraum undeutlich umschriebene Stellen im Protoplasma auf und schließlich findet man in jenem selbst verschieden rot tingierte Kugelgebilde. In der Folgezeit wird der Farbstoff häufig am apicalen Ende in irgend einer krystallinischen Form abgeschieden und so gleichsam unschädlich gemacht. Bei *Callithamnion* färbt sich der Zellsaftraum selbst rot bis dunkelrot. Das verschiedene Verhalten des Zellsaftes gegenüber dem Farbstoff selbst ist vom physiologischen Standpunkt ebenso interessant als die verschiedene Nüancierung der gefärbten Gebilde, da wir wissen, dass der Farbstoff bei Spuren von Alkali gelbrot, bei Säurezusatz blaurot bis grünlichrot sich verfärbt. Bei der Zellsaftfärbung muss er wohl auch in schwer diosmierbare Verbindungen übergeführt werden. Bemerkenswert ist in unserem Falle auch die leichte Reduzierbarkeit des Neutralrotes, das dann ein „Leucoprodukt" bildet, welches wieder zum ursprünglichen Farbenton reoxydiert werden kann, — er ist ein küpenbildender oder autoxydabler Stoff, der als Leucoprodukt in den Zellleib gelangt und hier entweder niedergeschlagen und gespeichert wird oder aber Granulationen unter dem Einfluss eines Oxydationsprozesses vielleicht von Seite des Hygroplasmas färbt. Dass diese Granulationen bei Amoeben, Leucocyten und verschiedenen Mikro-

organismen sich in erster Linie um den Kern herum ansammeln (Kowalewsky, Plato, eigene Untersuchung), dürfte wohl vornehmlich auf den verdichtenden, die Granulationen centripetal zurücktreibenden Einfluss der peripheren Protoplasmaschichten zurückzuführen sein.

Die Protoplasmabewegung unserer Alge ist keine Rotations- noch Cirkulationsströmung, sondern eine echte Strömung im engeren Sinne des Wortes, welche etwa am besten mit der Bewegungsart zu vergleichen ist, die Ch. Ternetz bei *Ascophanus carneus* Pers. beobachtet hat. Sie fängt meist von dem apicalen Ende des Fiederchens oder Stammstückes an und verläuft auf allen Seiten konstant gegen die Basis, nur in einzelnen Fällen wurden Gegen-

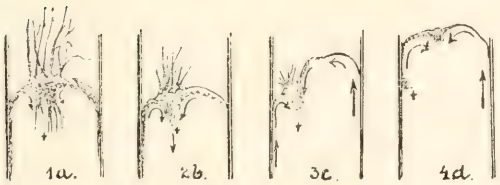
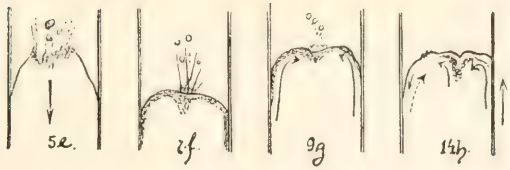


Fig. 4.

Fig. 5.



Zu Fig. 4.

Fig. 6.

strömungen beobachtet. Die Ströme vollziehen sich oft nicht in der ganzen Breite der Stämmchenbahn gleichmäßig, sondern man findet auch ruhende Protoplasmastreifen. Das Bewegungsphänomen konnte infolge der Durchsichtigkeit der einzelnen geeigneten Stellen an der Chlorophyllbewegung mittelst eines am Okular angebrachten Zeigers (eingeklemmtes Haar) vorteilhaft studiert werden; die Bewegung ist ziemlich langsam und auch nicht gleichmäßig — zeitweise stockt sie vollkommen, um wieder im nächsten Moment stärker einzusetzen; ihr kommt demnach ein unregelmäßig periodischer, rhythmischer Charakter zu.

In der äußeren fibrillär strukturierten Protoplasmaschichte vollzieht sich die Bewegung nur derart, dass die Morphoplasmalamellen zur Verschiebung gelangen oder eingeschmolzen werden, oder aber

an den Knotenstellen durch Erweiterung dieser neue Hygroplasma-ansammlungen gleichsam aus der Tiefe plötzlich auftauchen. Ein richtiges Verständnis für die Kompliziertheit dieser anscheinend so einfachen Protoplasmaströmung gewinnt man durch das Studium der Verwundungserscheinungen, — aus der Fülle dieser so mannigfachen Phänomene mögen hier nur die charakteristischesten zur Schilderung gelangen.

Nach der Verwundung ziehen sich zunächst die Wundränder zusammen und bilden eine dichtere, körnige, plasmatische Vernarbungsstelle, von der gegen das Lumen der Zelle oft peripher pseudopodartig verzweigte dichte Protoplasmaströme abgehen (Fig. 4, 1*a*+, 2*b*).

Bald vollzieht sich infolge der inneren Turgoränderung und der molekularen Aenderung der peripheren Schichten ein periodisch einsetzendes Vorfließen, durch das die alte Verwundungsstelle zur Seite geschoben wird (Fig. 4, 3 *c*), worauf auf einer von ihr nächst höher gelegenen Stelle durch das inkongruente Vorfließen eine neue ihr analoge Verdichtungsstelle (Fig. 4, 4*d*+, alte Verdichtungsstelle) ausgebildet wird, wobei oft das überschüssige Hygroplasma zeitweilig in deutlichen Alveolen zur Abscheidung gelangt u. s. f. Oft platzt infolge der starken Spannung der vorfließende Plasmaschlauch und zieht sich sodann nach neuerlichem Wundverschlusse zurück, um bald wieder vorzufließen; dieses Spiel kann sich mehrmals wiederholen (Fig. 4, 5*e*). Dabei werden zuweilen aus der äußeren Hautschichte hyaline, annähernd homogene Protoplasmafäden von oft beträchtlicher Länge ausgesponnen (Fig. 4, 7*f* und Fig. 5). Sie bilden sich zuweilen zu direkten temporären "Protoplasmageißeln" (Fig. 5) um, die sich wohl auch selbst aktiv bewegen, da ihre Bewegungen viel zu mannigfach und individuell spezialisiert sind.

Dieses Phänomen ist umso weniger verwunderlich, als dem reinen Protoplasma ohne gröbere Beimengungen die kinetische Eigenschaft im hohen Grade eigen zu sein scheint. — Homogen erscheint ferner auch die Flagellen- und Ciliensubstanz, homogen sind in ihrem beweglichen Teile die Amoeba-radiosa-Pseudopodien, und auch bei der Bewegung der Rhizopoden scheint schon nach den Forschungen der älteren Autoren die hyaline körnchenfreie Substanz maßgebend zu sein, die aber bei genauer Untersuchung selbst von Strängen und Gerüstelementen durchzogen ist (*Amoeba verrucosa*, bei Druck).

Analoge, nur plumpere und oft ganz sichelförmig umgebogene hyaline Protoplasmafortsätze kann man auch gegen den Zellsaftraum aus der hyalinen Grenzschichte durch die Plasmolyse einer 10prozentigen Zuckerlösung hervorrufen, sofern man diese nur eine kurze Zeit einwirken lässt und dann frisches Wasser zusetzt (Fig. 6). Dabei nehmen zunächst die äußeren Schichten ein grobschaumiges Strukturgefüge an, dann bilden sich stellenweise Plasmaverdichtungen

und Knoten aus, die auch verschoben werden oder terminal nach ihrer Loslösung in eine Rotation geraten; von ihnen gehen später die schon besprochenen Bildungen aus.

Dass die äußerste Schichte des Plasmas in einem annähernden Ruhezustand sich befindet, dafür scheint mir die Beobachtung zu sprechen, derzufolge leicht verwundete, kollabierte Protoplasmen der Stammstücke durch senkrechte Fibrillenstränge mittelst der Zellmembran zuweilen in Verbindung stehen und diese beim Vorfließen des Schlauches weder verschoben noch zerrissen werden.

Man hat den Versuch gemacht, die Protoplasmabewegung entweder durch besondere Molekular- und Micellarhypothesen, die oft nur ad hoc konstruiert wurden und deren Zahl sich wohl noch leicht vermehren ließe, zu erklären. Sie wurden in dem Buche „Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma" von Bütschli zusammengestellt und kritisiert. Ferner wurde bei derartigen Erklärungsversuchen von mehreren Seiten mehr die physikalische Natur des Protoplasmas berücksichtigt, — es sei in diesem Sinne der Erklärungen von Berthold, Quincke, z. T. Bütschli u. a. m. gedacht. Aber schon Klemm bemerkte 1882 Berthold gegenüber, dass das Protoplasma Bewegungen ausführt, die keine Emulsion und kein Schaum auszuführen im stande ist und dass die Versuche einer rein physikalischen Erklärung aller Bewegungen und Formwandlungen im Plasma eine Beschränkung besitzen. Später wurde der physiologisch-chemische Teil des Geschehens mehr in den Vordergrund der Erwägungen gestellt. In diesem Sinne wäre Pflüger, Montgomery, zum Teil Verworn und in letzter Zeit vor allem Hörmann zu nennen. Auch das Buch von Loew „Die chemische Energie der lebenden Zellen" enthält in dieser Richtung manchen anregenden Gedanken. Hörmann nimmt für die Zellen der Characeen an, dass an der Grenzoberfläche der strömenden Schichte ständig chemische Prozesse sich abspielen, durch die die Affinitäten der von ihm angenommenen zwei Gliedermolekelketten an der Verbindungsstelle aufgehoben werden, um an einem benachbarten Punkte von neuem hergestellt zu werden. Dieser Vorgang vollzieht sich derart in einer bestimmten Richtung.

Wir wollen annehmen, dass durch die funktionellen — vor allem aber durch die Wachstumsreize die periodischen Vorgänge in der Assimilation und Dissimilation der organischen Elemente, die verkettet sind, eine Aenderung erleiden, die sich in den ergastischen Fibrillen nach einer Richtung infolge einer physiologischen Bahnung dieser, die aber wohl umkehrbar ist, fortpflanzen. Dadurch werden die Oberflächenspannungsverhältnisse des Morpho- und Hygroplasmas geändert und letzteres gerät nach einer Richtung in Bewegung. Der Ausbreitungsstrom geht von der polaren granulösen Stelle aus, — unwillkürlich denkt man dabei an eine eingekapselte inverse Amoebe, von

deren körnchenreicherem Hinterende die sichtbaren Substanzen nach vorne abfließen. Bei dieser Erwägung mag noch beachtet werden, dass einzelne lokale Strömchen infolge der konstanten Plasmagestaltung durch eine gegenseitige regulatorische Beeinflussung leicht eine einseitig bestimmt gerichtete Bahn schließlich einschlagen. Doch dies seien nur orientierende Bemerkungen. Die Ursache der Strömungen lässt sich schwer bezeichnen. Zum Teil ist sie einesteils auf Turgoränderungen und Wachstumsvorgängen, sowie auf die Wirkungen des Lichtes andererseits zurückzuführen. Basalwärts gehen die Bewegungen schneller vor sich und so erscheinen auch die Rhizoiden in umgekehrter Stellung früher dunkel als die Fiederteile, sobald man das Experiment wieder rückgängig macht.

Die richtende Kraft des Lichtes spielt im Leben dieser Alge eine sehr wichtige Rolle; züchtet man die Algen in dunklen, wenig durchleuchteten Aquarien, so büßen sie ihre schöne Fiedergestalt völlig ein und nehmen einen fädigen, wolligen Charakter an. Analoge Phä-

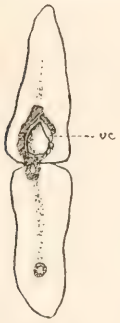


Fig. 7.

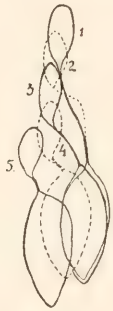


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

nomene hat Berthold schon beschrieben. Anschließend seien hier noch einige Bemerkungen über die Pyrenoide unserer Alge gestattet. Die länglichen Chlorophyllkörper der *Bryopsis* haben eine undeutliche maschige Struktur, die nach der Konservierung manchmal gegen die Peripherie alveolarsaumartig wird. Die Chlorophyllkörper enthalten oft 2—3 Pyrenoide, teilen sich aber meistens unabhängig von ihrer Lagerung. So wurde bei dem Chlorophyllkörper in Fig. 7 durch die Teilungsfurche die Pyrenoidhülle, die eine helle Vakuole enthielt, eigenartig eingeklemmt und der Körper selbst teilte sich unabhängig von dem Einschlussgebilde. Nach der Teilung hängen die Teilstücke der Chlorophyllkörper lange Zeit durch viscide Stränge miteinander zusammen; diese können durch besondere Strömungen infolge einer Oberflächenkontraktion sich verkürzen und die Teile trotz verschiedener Hindernisse (Fig. 8) wieder zusammenbringen. In Neutralrotlösungen oder infolge von ungünstigen Lichtbedingungen bildeten sich häufig 1 bis mehrere (selten) ölartige Tropfen in den Chlorophyllkörpern aus.

Einigemale wurden auch farblose „Chloroplasten", die schon Hofmeister bei derselben Form beschrieben hat, beobachtet. Die Pyrenoide, die nach Schimper eine sechseckige Gestalt besitzen sollen, erscheinen im lebenden Zustande zwar etwas eckig, konserviert man aber die Alge mit der Flemming'schen Flüssigkeit, zerlegt sie in dünne Mikrotomschnitte und färbt sie mit der Heidenhain'schen Eisenhämatoxylinlösung, so färben sich die Pyrenoide vor allem schwarz, sind mehr rundlich und nur hie und dort buckelartig vorgetrieben. — Schmitz hat aus dem Vorkommen von langgestreckten oder dicht aneinanderliegenden Pyrenoiden ihre Vermehrung durch Teilung erschlossen. Schimper nahm dagegen, auf gewisse „Teilungs"bilder, die ich auch beobachtet habe, sich berufend, an, dass die Pyrenoide in den sich streckenden und teilenden Chlorophyllkörpern durch Neubildung entstehen. Nie wurden jedoch auf den nach der oben geschilderten Methode hergestellten Präparaten Neubildungsstadien der Pyrenoide gefunden; vielmehr zerfiel das *Pyrenoid* einfach in zwei Spaltstücke (Fig. 13), die alsbald auseinanderrückten und sich mit neuen Hüllen umgaben. In vielen Fällen fragmentierte das fragliche Gebilde auch in drei ja vier Tochterstücke (Fig. 13). Unter Umständen wurden auch Bilder wie in Fg. 9, 10, 11, 12 angetroffen, sie sind wohl auf eine knospenartige Fragmentation, bei der eine Art von Verbindungsbrücke länger persistiert, zurückzuführen; trennen sich diese Teilstücke ab, so kann man an eine Neubildung dieser kleinen Gebilde wohl denken. Im allgemeinen kann man behaupten, dass die Pyrenoide der *Bryopsis* sich auf eine mannigfachen Abänderungen zugängliche Teilungsart vermehren, ferner dass sie eine spezifische, vollständig und ziemlich weit differenzierte Funktion besitzen; und da sie dabei selbst wachsen und sich teilen, so kann man im Sinne de Vries von einer Erblichkeit außerhalb des Zellkernes, von einer Erblichkeit der Plastiden sprechen. Gegen die Schädlichkeiten ihres teilweisen Individuallebens besitzen sie keine Korrektur in der Art von einer Kopulation wie etwa die Zellkerne, sondern jene Erscheinungen werden einfach durch die Assimilation und Restitution während ihrer Funktion wiederum unschädlich gemacht. Die hier geschilderte Vermehrungsart der Pyrenoide würde mit der von Chmjelewsky geschilderten Teilungsform der Pyrenoide der *Spirogyra* im allgemeinen übereinstimmen. [58]

Biologie oder Ethologie?

Von **E. Wasmann** S. J. (Luxemburg).

Mein geschätzter Kollege Dahl hat schon wiederholt[1]) den Vorschlag gemacht, für den Wissenszweig, welchen man in Deutschland

1) Fr. Dahl 1. Vergleichende Untersuchungen über die Lebensweise der Aasfresser (Sitzungsberichte Akad. Wissensch. Berlin II. III. 16. Jan. 1896

bisher als Biologie im engeren Sinne bezeichnete, nämlich für die Lehre von den Lebensgewohnheiten der Tiere, den von französischen Forschern gebrauchten Namen „Ethologie“ auch bei uns einzuführen.

Ich bin keineswegs gegen die Anwendung neuer wissenschaftlicher Namen, soweit dieselben entweder etwas wirklich Neues bezeichnen oder einem schon bekannten Begriff eine bessere Fassung geben. Ob dies bezüglich der Ethologie für uns zutrifft, werde ich hier kurz untersuchen, und zwar auf Grund der von Dahl (S. 122) angeführten Momente. Dieselben sind folgende:

Erstens: Biologie im weiteren Sinne bezeichnet die gesamte Kunde von den Lebewesen; also kann dasselbe Wort nicht zugleich für die Kunde von den Lebensgewohnheiten der Tiere gebraucht werden. Zweitens: Das Wort Biologie im engeren Sinne ist von der neueren Wissenschaft für die Zellenforschung gewählt worden, und deshalb muss dasjenige, was man früher Biologie im engeren Sinne nannte, fortan den neuen Namen „Ethologie“ führen.

Ich gebe zu, dass das von französischen Forschern zuerst gebildete Wort „Ethologie“ besser und bezeichnender für seinen Gegenstand wäre als das von Haeckel vorgeschlagene „Oekologie“. Letzteres ist viel zu eng für die „Biologie“ im alten Sinne, weil es nur die „Wohnungslehre“ ausdrückt, während Ethologie wenigstens die gesamte Kunde von den Lebensgewohnheiten der Tiere bezeichnet. Wenn wir also ein neues Wort für letztere brauchen, so werden wir die „Ethologie“ der „Oekologie“ vorziehen müssen. Aber vorerst wollen wir untersuchen, ob überhaupt ein neues Wort eingeführt werden muss für dasjenige, was man in Deutschland bisher Biologie im engeren Sinne nannte.

Biologie im weiteren Sinne umfasst allerdings die gesamte Kunde vom Leben und von den Lebewesen. Diese Bedeutung besitzt jenes Wort nicht bloß etymologisch, sondern auch historisch, indem schon die aristotelische Schulphilosophie die Lehre von den Lebewesen als Biologie bezeichnete. Die Biologia inferior behandelte das organische Leben des Menschen, der Tiere und der Pflanzen; die Biologia superior das psychische Leben des Menschen und der Tiere; die letztere, die psychologia, wurde wieder eingeteilt in eine psychologia inferior (Tierpsychologie) und superior (Psychologie des Menschen).

Die Biologie im weitesten Sinne des Wortes ist somit ein Kollektivbegriff, der sämtliche biologische Wissenschaften der Neuzeit umfasst. In diesem Sinne spricht man z. B. von einer „Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert“, wobei jedoch gewöhn-

S. 17—30); 2. Experimentell statistische Ethologie (Verhandl. Deutsch. Zoolog. Gesellsch. 1898 S. 121—131).

lich die Psychologie aus dem Rahmen der biologischen Wissenschaften ausgeschieden wird. In demselben weitesten Sinne wird das Wort Biologie gebraucht, wenn man z. B. sagt, alle „biologischen" Fragen endigten schließlich in der Frage nach der Natur des Protoplasmas[1]).

Der eben dargelegte, weiteste Sinn des Wortes Biologie hindert jedoch nicht, dass dasselbe Wort auch eine engere Bedeutung haben könne als Bezeichnung eines bestimmten Zweiges der biologischen Wissenschaften. Es fragt sich nun, welchem Zweige dieser Name von Rechtswegen gebührt.

Vor allem müssen wir hier unterscheiden zwischen Biologie im philosophischen und im naturwissenschaftlichen Sinne. Biologie im philosophischen Sinne ist die Lehre vom Wesen des organischen Lebens. Biologie im naturwissenschaftlichen Sinne ist die Lehre von der Lebensweise der Tiere und Pflanzen (im Gegensatze zur Morphologie, welche die Lehre von den Formen und Formbestandteilen der Tiere und Pflanzen ist). Für uns kann es sich hier nur um die naturwissenschaftliche Bedeutung des Wortes Biologie handeln.

Wie auch Dahl richtig bemerkt, ist das Wort Biologie im engeren Sinne schon seit langer Zeit in der Zoologie im Gebrauch für die Lebensweise der Tiere; ebenso auch in der Botanik für die Lebensweise der Pflanzen. Das ist die Biologie im engeren Sinne nach ihrer historischen Entwicklung namentlich in Deutschland. Es dürfte wohl schwer sein, genau festzustellen, wer den Begriff der Biologie zuerst auf diesen Wissenszweig beschränkt hat; jedenfalls steht fest, dass dieser Begriff der Biologie der ältere ist. Die Zellenforschung hat sich erst später „Biologie" genannt; ich kann daher nicht zugeben, dass der ältere Begriff, der doch historisch im Besitzrecht ist, dem jüngeren das Feld räumen müsse. Nach den allgemein gültigen Benennungsgesetzen muss doch der alte Name für den alten Begriff erhalten bleiben, während der neue Begriff einen neuen Namen bekommt. Ein solcher existiert ja auch schon für die moderne Zellenforschung in dem durchaus zutreffenden Worte Cytologie (Carnoy). Wir haben also von dieser Seite keinen Grund, der Kunde von der Lebensweise der Tiere und Pflanzen ihren alten Namen „Biologie" zu nehmen und ihn der Zellenforschung zu geben. Auf die Unterabteilungen der Cytologie werde ich später zurückkommen.

Wenn wir den Ideengang verfolgen, der zur Aufstellung des Wortes „Ethologie" für die Biologie im älteren Sinne führte, finden wir ungefähr folgendes. Schon seit mehreren Jahrzehnten hatte man

1) Auch das „Biologische Centralblatt" und die „Année biologique" von Yves Delage fassen den Begriff der Biologie im weitesten Sinne, wie die in denselben enthaltenen Publikationen zeigen.

sich in Frankreich und Belgien daran gewöhnt, die Zellenforschung, ja sogar vielfach die ganze mikroskopische Erforschung der Lebewesen, als „Biologie“ zu bezeichnen. Speziell fixiert wurde ein Teil dieses Begriffes unter dem Namen Biologie cellulaire (Carnoy) für die Lebensvorgänge der Zelle. Indem man jedoch den Begriff der Biologie weiter fasste, und nicht bloß die Lebensvorgänge, die unter dem Mikroskop sich erschließen, sondern auch die gesamte morphologische Grundlage derselben unter dem Begriff der „Biologie“ einbezog, wurde derselbe ein Mischbegriff, der vorwiegend morphologische Elemente enthielt und dadurch zu der gesamten mikroskopischen Kunde von den Lebewesen ward.

Dieser allzugedehnte Begriff der Biologie ist jedoch meines Wissens in Deutschland keineswegs allgemein angenommen worden. Deutschland ist ja die eigentliche Heimat der neueren Morphologie; hier hat sie zuerst ihre mikroskopischen Zweigwissenschaften, die Gewebelehre und Zellenlehre, zur Entwicklung gebracht. Da nun aber die moderne mikroskopische Forschung thatsächlich zum weitaus größten Teile morphologischer Natur ist — wir dürfen wohl annehmen, dass 90% der betreffenden Publikationen der Morphologie angehören — deshalb ist es ebenso begreiflich als berechtigt, dass man in Deutschland nicht dazu kam, die ganze mikroskopische Forschung als Biologie im engeren Sinne zu bezeichnen. Daher erklärt es sich auch, weshalb bei uns die Biologie im engeren Sinne ihre ältere Bedeutung als Kunde von der Lebensweise der Tiere und Pflanzen bewahrt hat, während sie bei unseren westlichen Nachbarn verloren ging. Weshalb sollen wir also jetzt von dem ganz richtigen historischen Entwicklungsgange abweichen, den der Begriff der Biologie bei uns durchgemacht hat, und dafür der nicht so richtigen Modifikation uns anpassen, die jener Begriff in Frankreich und Belgien erfuhr?

Für unsere westlichen Nachbarn wurde es deshalb nötig, für die Lehre von der Lebensweise der Tiere und Pflanzen den neuen Namen „Ethologie“ einzuführen, weil bei ihnen der engere Begriff der „Biologie“ auf die gesamte mikroskopische Forschung mit Einschluss ihrer morphologischen Zweige sich ausgedehnt hatte. Die Aufstellung der Ethologie als eines eigenen Zweiges der biologischen Wissenschaften war nur eine logische Konsequenz aus der letzteren Erscheinung. Da man aber bei uns in Deutschland die Prämissen jener Konsequenz nicht angenommen hat, deshalb fällt für uns auch die Konsequenz selber fort. Es scheint mir daher, dass auch von dieser Seite kein Grund vorliege, die ältere Bezeichnung der „Biologie im engeren Sinne“ mit der neueren „Ethologie“ zu vertauschen.

Suchen wir nun den deutschen Begriff der Biologie, wie er bisher bei uns für die Lehre von der Lebensweise der Tiere und Pflanzen im Gebrauch war, etwas schärfer zu fixieren. Dass diese Fixierung

nicht so leicht und einfach ist, wie sie auf den ersten Blick erscheint, weiß jeder, der darüber näher nachgedacht hat. Daran würde aber auch nichts geändert, wenn wir statt „Lehre von der Lebensweise" sagen würden: „Lehre von den Lebensgewohnheiten", und statt „Biologie": „Ethologie".

Vergleichen wir zur Feststellung des Begriffes der Biologie im engeren Sinne denselben vorerst mit der Morphologie. Diese ist die Lehre von den Formen und den Formbestandteilen der Organismen. Sie gliedert sich in eine deskriptive und eine vergleichende Morphologie (eine auch für alle übrigen Zweige der biologischen Wissenschaften zutreffende Einteilung). Sie gliedert sich ferner in eine äußere und innere Morphologie. Erstere liefert das Hauptmaterial der Systematik, letztere ist gleichbedeutend mit der Anatomie, welche ihrerseits wiederum je nach den Hilfsmitteln, deren sie sich bedient, in eine makroskopische und eine mikroskopische Anatomie zerfällt. Andererseits teilt sich die Anatomie wiederum in die eigentliche topographische Anatomie, welche, wenigstens bei den höheren Tieren, vorzugsweise einen makroskopischen Charakter trägt, und in die Gewebelehre, welche vorwiegend der mikroskopischen Anatomie zufällt. Die Zellenlehre endlich, welche die letzten morphologischen Elemente der Gewebe untersucht, ist ausschließlich mikroskopischer Natur. Das Formalobjekt der Anatomie, Histologie und Cytologie, soweit dieselben Zweige der Morphologie bilden, ist ein ausschließlich morphologisches, d. h., es befasst sich nur mit der Form und den Formbestandteilen der lebenden Wesen.

Aber die Organismen haben nicht nur ihr Sein, sondern auch ihre Thätigkeit und ein Werden ihres Seins wie ihrer Thätigkeit. Mit anderen Worten: die Lebensformen haben auch Lebensvorgänge. Infolgedessen gesellen sich zur Morphologie drei weitere Zweige der biologischen Wissenschaften, welche drei verschiedene Klassen von Lebensvorgängen zu Formalobjekten haben: die Entwicklungsprozesse der Organismen, die äußeren Thätigkeiten der Organismen als Individuen, die Funktionen der einzelnen Organe, Gewebe und Zellen des Organismus. Die ersteren sind Gegenstand der Morphogenie, die zweiten Gegenstand der Biologie (im engeren Sinne), die dritten endlich Gegenstand der Physiologie.

Von diesen drei Wissenschaften steht die Morphogenie in der innigsten Beziehung zur Morphologie; denn sie ist die Lehre von der Entwicklung der Formen und Formbestandteile der Organismen, welche die Morphologie (im engeren Sinne) nur in einem augenblicklich gegebenen Zustande betrachtete. Die Morphogenie gliedert sich in die Ontogenie und die Phylogenie. Von letzterer, der Stammesgeschichte der Organismen, sehen wir hier wegen ihres hypothetischen Charakters einstweilen ab. Erstere, die individuelle Entwicklungs-

geschichte oder Ontogenie gliedert sich in die Embryologie oder Keimesgeschichte und die Geschichte der postembryonalen Entwicklung. Je nach den Formbestandteilen, deren Werden die Morphogenie untersucht, gliedert sie sich wiederum in eine Morphogenie im engeren Sinne, in eine Histogenie und in eine Cytogenie. Diese beiden letzteren Zweige der Morphogenie bilden, von ihrer mechanistischen Seite betrachtet, die Entwicklungsmechanik und Entwicklungsdynamik der Organismen, während sie, von ihrer vitalistischen Seite betrachtet, die Gesetze der Kern- und Zellteilung und der Befruchtung, die Bildungsgesetze der Gewebe und Organe u. s. w. umschließen.

Während die Morphogenie mit den Entwicklungsvorgängen sich befasst, beschäftigen sich zwei andere Zweige der biologischen Wissenschaften mit den Thätigkeiten der Organismen. Dieselben sind zweierlei: erstens: Thätigkeiten, die dem Organismus als Ganzes zukommen und zweitens: Funktionen der einzelnen Teile des Organismus. Erstere sind Gegenstand der Biologie im engeren Sinne, letztere Gegenstand der Physiologie. Betrachten wir zuerst die letzteren.

Die Lebensfunktionen der einzelnen Organe, Gewebe und Zellen der Organismen sind das Formalobjekt der Physiologie. Sie gliedert sich demnach in eine Physiologie der Organe, der Gewebe, der Zellen. Ihre Betrachtungsweise dieses Gegenstandes ist eine vorwiegend physikalisch-chemische. Die Physiologie studiert den Sauerstoffverbrauch des Organismus bei der Atmung, sie untersucht die elektrischen Vorgänge im Nerven- und Muskelsystem der Tiere, sie stellt das Verhalten der Gewebe wie der Zellen gegenüber bestimmten chemischen, thermischen und anderen Reizen fest. Daher ist die Physiologie ihrer Natur nach innig verwandt mit der Biophysik und der Biochemie. Andererseits ist jedoch auch die vitalistische Betrachtungsweise in der Physiologie unentbehrlich, indem sie auf den eigentümlichen „vitalen“ Charakter aufmerksam macht, den die physikalisch-chemischen Prozesse in den Funktionen der lebenden Organe annehmen. Indem sie ferner zeigt, wie aus dem harmonischen Zusammenwirken der Funktionen der einzelnen Organe das Gesamtleben des Organismus als einheitliches Ganzes hervorgeht, bildet die Physiologie die eigentliche Grundlage für unsere philosophische Kenntnis vom Wesen des organischen Lebens.

Diese letztere Darlegung ermöglicht es nun auch, das Formalobjekt der Biologie im engeren Sinne schärfer zu fixieren. Die Lebensfunktionen der Organe, insofern sie innere Vorgänge sind und ebenso auch das Gesamtleben des Organismus, insofern es ein innerer Vorgang ist, gehört in den Forschungsbereich der Physiologie. Dieselbe hat die Funktionen des vegetativen Lebens und den Zu-

sammenhang derselben mit den Funktionen des psychischen Lebens zum eigentümlichen Gegenstande. Eine andere Klasse von inneren Vorgängen, die psychischen Prozesse, gehört in den Bereich der Psychologie. Was bleibt also für die Biologie noch übrig? Die äußeren Thätigkeiten, die dem Organismus als Ganzes zukommen. Dadurch unterscheidet sich die Biologie auch von der Morphogenie, welche das innere Werden der organischen Formen und Formbestandteile erforscht.

Die äußeren Thätigkeiten, die den Organismen als Individuen zukommen, regeln zugleich auch die Lebensbeziehungen, welche die Organismen untereinander und mit ihrem anorganischen Milieu verknüpfen. Wir können daher jetzt folgende Definition der Biologie im engeren Sinne aufstellen: Die Biologie ist die Lehre von den äußeren Lebensthätigkeiten, die den Organismen als Individuen zukommmen, und die zugleich auch ihr Verhältnis zu den übrigen Organismen und zu den anorganischen Existenzbedingungen regeln. Diese Momente sind es ja auch gerade, welche die „Lebensweise" eines Tieres oder einer Pflanze ausmachen.

Allerdings kann man sagen, es gehöre auch zur Kenntnis der „Lebensweise" eines Tieres, also zu seiner Biologie, festzustellen, wie dasselbe sich fortpflanzt, ob die Fortpflanzung auf geschlechtlichem oder ungeschlechtlichem Wege, durch Vereinigung zweier verschiedener, als Träger der Ei- und Samenzellen dienender Individuen oder durch Parthogenese oder Pädogenese, ob sie durch Konjugation oder Knospung oder einfache Teilung erfolgt; aber alle diese Fragen gehören andererseits in ihren Einzelheiten zur Physiologie der Fortpflanzung. Ebenso ist auch die Entwicklung des Organismus, soweit dieselbe in die äußere Erscheinung tritt, ein Teil der „Lebensweise" und somit eigentliches Objekt der Biologie im engeren Sinne. Sie stellt fest, ob ein Tier Eier legt oder lebende Junge gebiert, ob aus dem Ei eine Larve kommt und durch welche Stadien dieselbe zum vollkommenen Insekt wird, oder ob Ametabolie vorliege u. s. w. Alle diese Punkte sind jedoch zugleich in Bezug auf die inneren Vorgänge des Entwicklungsprozesses Gegenstand der ontogenetischen Forschung, also der Morphogenie. Ferner gehört z. B. die Ernährungsweise eines Organismus zugleich der Biologie und der Physiologie an. Erstere stellt fest, wovon das Tier sich nährt, wie es sich bei der Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme benimmt u. s. w.; letztere dagegen erforscht die beim Verschlingen der Nahrung auftretenden Reflexbewegungen, die Assimilationsvorgänge bei der Verdauung etc. Wir sehen aus diesen Beispielen, dass die Biologie auch in jenen Fällen, wo ihr Materialobjekt mit demjenigen der Physiologie oder der Morphogenie zusammenfällt, trotzdem ihr eigentümliches Formalobjekt

behält und daher mit jenen Wissenszweigen nicht identifiziert werden darf.

Wir können die Biologie im engeren Sinne nach den Hilfsmitteln und den Forschungsmethoden, deren sie sich bedient, einteilen in Makrobiologie und Mikrobiologie, von denen die letztere das Mikroskop zur Erforschung ihres Gegenstandes anwendet, ferner in eine beobachtende und eine experimentelle Biologie. Zur mikroskopischen Biologie gehört nicht nur die direkte Beobachtung der Lebensweise von Mikroorganismen, die mit freiem Auge nicht mehr sichtbar sind, sondern überdies auch die auf mikroskopische Schnittserien sich gründende indirekte Kenntnis der biologischen Eigentümlichkeiten von Metazoen. Wenn ich z. B. aus den Schnittserien der termitophilen Dipterengattung *Termitoxenia* eine fünffache biologische Bedeutung der den Flügeln der Dipteren homologen Thorakalanhänge nachweise, so ist dies eine wenigstens indirekt biologische Studie.

Aus dem obigen geht hervor, dass man jedenfalls für die unter dem Mikroskop erfolgende direkte Beobachtung der Lebensweise der kleinsten einzelligen Lebewesen, die noch Individuen sind, den Namen Biologie im eigentlichen Sinne noch anwenden kann; denn als Individuen besitzen sie äußere Lebensthätigkeiten, die dem Organismus als Ganzes zukommen und seine Beziehungen zu anderen Organismen und zur gesamten Umgebung regeln. Das ist also die Mikrobiologie im eigentlichen Sinne des Wortes. Dagegen ist die „Cellularbiologie" der Metazoen, bei denen die einzelnen Zellen ihren Charakter als selbständige Individuen verloren haben, nicht mehr Biologie im engeren Sinne; denn das Formalobjekt dieser Zellenbiologie fällt vollkommen zusammen mit jenem der Cytogenie und der Cytophysiologie, von denen die erstere die Entwicklungsvorgänge, letztere die Ernährungsvorgänge und andere Lebensfunktionen der Zelle studiert. Die Cytologie gliedert sich daher nach ihrem Formalobjekt in eine Cytomorphologie, eine Cytogenie (welche auch die Cytomechanik umschließt) und eine Cytophysiologie (welche auch die Cytochemie umschließt); von einer eigentlichen Cytobiologie kann man dagegen nur bei jenen Zellen reden, welche zugleich Individuen sind, also bei einzelligen Mikroorganismen.

Mit diesen Darlegungen glaube ich gar nichts Neues gesagt und den Gegenstand keineswegs erschöpft zu haben. Es sollte nur ein Versuch sein, den Begriff der Biologie im engeren Sinne von den verwandten Begriffen klar zu scheiden und dadurch nachzuweisen, dass derselbe auch heute noch existenzberechtigt ist.

Es ergab sich also bei unserer Untersuchung folgendes Formalobjekt für die Biologie im engeren Sinne: die äußeren Lebensthätigkeiten, die dem Organismus als Individuum

zukommen und sein Verhältnis zu den übrigen Organismen und zu den anorganischen Existenzbedingungen regeln. Daher umfasst die Biologie im engeren Sinne: 1. Die Kunde von der Lebensweise der Tiere und Pflanzen, von ihrer Ernährung, Wohnung, Fortpflanzung, Brutpflege und Entwicklung, soweit dieselbe in die äußere Erscheinung fällt. Daher auch: 2. Die Kunde von den Lebensbeziehungen, welche die Individuen derselben Art untereinander und mit anderen Arten verknüpfen (hierher gehören die sämtlichen Erscheinungen des Parasitismus, der Symbiose u. s. w.) Daher auch: 3. Die Kunde von den Existenzbedingungen der Tiere und Pflanzen, welche zu ihrem Leben und ihrem Gedeihen erforderlich sind.

Sachlich fällt somit die Biologie im engeren Sinne zusammen mit der Ethologie oder der Kunde von den „Lebensgewohnheiten" (moeurs) der Tiere. Es scheint mir jedoch, dass letztere, obwohl ihr Begriff weiter ist als derjenige der Haeckel'schen „Wohnungslehre" (Oekologie), trotzdem sich nicht vollkommen decke mit der Biologie im engeren Sinne, indem sie nicht die gesamte äußere Lebensweise zum Ausdruck bringt. Auch aus diesem Grunde möchte ich lieber den älteren Namen „Biologie" oder „Lehre von der äußeren Lebensweise der Organismen" beibehalten.

Hiermit halte ich es für völlig gerechtfertigt, dass ich in meinen bisherigen Publikationen über die Lebensweise der Ameisen, der Ameisengäste und Termitengäste stets den Ausdruck „Biologie" und nicht „Ethologie" gebraucht habe. Zwar ließe sich die Dahl'sche Bezeichnung „Experimentell statistische Ethologie" auch auf die Tabellen anwenden, die ich für die Verteilung der *Atemeles*-Arten auf die verschiedenen Rassen von *Myrmica rubra* in Holländisch Limburg und über die Zeit ihres Vorkommens daselbst aufgestellt[1]); ferner auch auf die Beobachtungen und Versuche über die „internationalen Beziehungen" der Ameisengäste und insbesondere von *Lomechusa strumosa*[2]); auch mein „Kritisches Verzeichnis der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden" (1894) war eine kritische ethologische Studie. Die Statistik der Kolonien von *Formica sanguinea* bei Exaeten (Holl. Limburg), die ich 1895 zur Begründung der „*Lomechusa*-Pseudogynen-Theorie" begonnen[3]) und fünf Jahre lang weitergeführt habe, war ebenfalls eine „experimentell-statistische" Arbeit ethologischer Natur. Da sie jedoch auf die gesamte Lebensweise von *Lomechusa* einschließlich ihrer Entwicklung

1) Beiträge zur Lebensweise der Gattungen *Atemeles* und *Lomechusa* 1888 (Tijdschr. v. Entom. XXXI).

2) Biol. Centralblatt. XI. 1891 n.° 11 und XII. 1892 n.° 18—21.

3) Die ergatogynen Formen bei den Ameisen und ihre Erklärung, S. 646 (Biol. Centralblatt. XV. 1895 n.° 16 und 17).

und derjenigen der pseudogynen Arbeiterform von *Formica sanguinea* sich erstreckt, glaube ich auch heute noch ihre Bezeichnung als biologische Studie für die richtigere halten zu müssen.

Wenn es sich in den obigen Ausführungen über Biologie und Ethologie auch scheinbar nur um eine Wortfrage von nebensächlicher Bedeutung handelt, so dürften dieselben doch nicht ganz ohne Nutzen sein für die schärfere Umgrenzung des Begriffes der Biologie im engeren Sinne und für die nochmalige Erwägung des von beachtenswerter Seite gemachten Vorschlages, ihn auch bei uns in Deutschland durch den französischen Begriff der Ethologie zu ersetzen. [63]

Julius Wolff, Prof. Dr., Ueber die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus.

35 S. gr. 8 und 22 Abbildungen. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1901.

Die vorliegende Schrift enthält den auf der letzten Naturforscherversammlung (Aachen, 21. September 1900) gehaltenen Vortrag des Autors. Wolff's eigene Arbeiten über die Transformation der Knochen werden eingehend besprochen und durch Beifügung einer Anzahl Röntgenbilder werden die Texturverhältnisse der normalen und mehrerer pathologischer Knochen erläutert. Um dem allgemeinen Titel des Vortrages gerecht zu werden, fügt der Autor eine knappe Inhaltsübersicht einiger der wichtigsten entwicklungsmechanischen Arbeiten Wilhelm Roux's bei. **R. F. Fuchs** (Erlangen). [46]

---

73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg.
22. bis 28. September 1901.

Verzeichnis der Abteilungen.

Naturwissenschaftliche Hauptgruppe: 1. Mathematik, Astronomie und Geodäsie; 2. Physik einschliefslich Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie; 3. Angewandte Mathematik und Physik (Elektrotechnik einschliefslich Elektrochemie und Ingenieurwissenschaften); 4. Chemie; 5. Angewandte Chemie einschl. Agrikulturchemie und Nahrungsmitteluntersuchung); 6. Geophysik einschl. Meteorologie; 7. Geographie, Hydrographie und Kartographie; 8. Mineralogie und Geologie; 9. Botanik; 10. Zoologie einschl. Entomologie; 11. Anthropologie und Ethnologie.

Medizinische Hauptgruppe: 1. Anatomie, Histologie, Embryologie und Physiologie; 2. Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie; 3. Innere Medizin, Pharmakologie, Balneologie und Hydrotherapie; 4. Chirurgie; 5. Geburtshilfe und Gynäkologie; 6. Kinderheilkunde; 7. Neurologie und Psychiatrie; 8. Augenheilkunde; 9. Hals-, Nasen- u. Ohrenkrankheiten; 10. Dermatologie und Syphilidologie; 11. Zahnheilkunde; 12. Militär-Sanitätswesen; 13. Gerichtliche Medizin, 14. Hygiene einschl. Bakteriologie und Tropenhygiene; 15. Tierheilkunde; 16. Pharmacie und Pharmakognosie.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Juli 1901.** **Nr. 13.**

Inhalt: **Rádl**, Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie. — **Escherich**, Das Insekten-Entoderm. — **Zacharias**, Zum planktonischen Vorkommen des Moschuspilzes. — **Mesnil**, A propos des Polychètes d'eau douce, note rectificative.

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

Einleitung.

Ich möchte in dieser Einleitung kurz auf den Einfluss nichtwissenschaftlicher Elemente auf die Biologie hinweisen, ferner darauf, dass derselbe dem Wesen der Wissenschaft zuwider ist, und dass es unsere Aufgabe sein muss, sich von diesem Einflusse möglichst frei zu halten.

Es kommen Perioden vor, in welchen gewisse Probleme in der Blüte sind, andere wieder für minderwertig gehalten werden, und dies nicht nur aus rein logischen Gründen, sondern es sind bei solchen Strömungen Einflüsse entscheidend, welche im Detail schwierig zu präzisieren sind, welche aber von philosophischen Richtungen, von dem Einflusse einer wissenschaftlich hervorragenden Persönlichkeit oder einer Schule, von dem Einflusse neuer Entdeckungen etc. im allgemeinen als abhängig erkannt werden können. Diese Strömungen, in welchen wir leben, arbeiten und denken, machen es uns sehr schwierig, die derzeitigen biologischen Probleme ihrer wahren Bedeutung nach zu beurteilen, und zwar nicht nur die Bedeutung wenig begründeter Theorien, sondern auch die der unbestreitbaren Thatsachen, welchen oft eine entweder zu große oder zu kleine Bedeutung zugeschrieben wird.

Dass alle Organismen aus Zellen zusammengesetzt sind, gilt als Thatsache; es ist aber nur eine philosophische Richtung, wenn man dieser Thatsache eine so überaus große Bedeutung zuschreibt, wie es heute geschieht, wenn man die Zelle als Elementarorganismus nennt,

wenn man die Vererbungsprobleme auf die Zellenlehre konzentriert, wenn man eine „Cellularphysiologie“ als „allgemeine Physiologie“ aufstellt, wenn man den ersten Entwicklungsvorgängen eine so überaus große Bedeutung zuschreibt u. s. w.; denn es giebt sehr viele Probleme, welche nicht durch die Zellenforschung gelöst werden können, und viele andere, wo es wenigstens praktischer ist, die Auflösung der Frage anderswohin als in die Zelle zu konzentrieren.

Diejenigen Leser, welche schon gewöhnt sind, den entwicklungsgeschichtlichen Theorien gegenüber sich skeptisch zu verhalten, werden gewiss darin mit mir übereinstimmen, dass auch die ganze historisierende Richtung der nachdarwinschen Biologie eben nur eine Zeitrichtung ist, und dass dieselbe zum großen Teile nicht wissenschaftlichen, sondern in der Hauptsache philosophischen Ursprungs ist. Ich habe dabei nicht so sehr die Richtigkeit der Theorie der Entwicklung vor Augen, vielmehr die Erscheinung, dass man auf die historisierende Betrachtungsweise in der Biologie so großes Gewicht legt, dass man aus derselben die universelle Methode der Biologie macht — ohne je den Beweis zu besitzen oder anzuführen, ob sie die einzig mögliche Methode ist — ja trotz des Vorhandenseins anderer Methoden. Wenn wir die Frage, warum der Mensch zwei Augen hat, einmal so beantworten, weil es die Organisationsverhältnisse seines Körpers so verlangen, oder so, weil er sie braucht, um nämlich sehen zu können, und endlich, weil er dieselben von seinen Eltern ererbt hatte, so ist nicht einzusehen, warum gerade die letzte Antwort eine größere Bedeutung oder Fasslichkeit oder vielleicht philosophische Tiefe haben sollte als die zwei ersteren. Um über den Vorrang der einen oder anderen Antwort zu entscheiden, dazu wäre nötig, den Sinn der Frage näher zu kennen; würde man fragen, wie der Mensch zu seinen Augen gekommen ist, so ist offenbar die letzte Antwort die richtige; meint man aber durch jene Frage, in welchen morphologischen Erscheinungen es liegt, dass der Mensch zwei Augen hat, so ist die Erklärung aus der Organisation (falls dieselbe bekannt wäre) am Platze. Wenn also heute auf die obengenannte Frage nur durch die Erklärung des Ursprungs der Augen geantwortet wird, so wird dieser Antwort offenbar eine größere Bedeutung als denjenigen nach ihrer morphologischen Grundlage oder nach ihrer Funktion zugeschrieben, was offenbar nicht wissenschaftlichen, sondern philosophischen Grund hat, denjenigen nämlich, dass die historische Auffassung eines Problems wichtiger ist als die formalistische oder physiologische.

Wie allgemein aber die Beeinflussung wissenschaftlich ermittelter Anschauungen durch außerwissenschaftliche Richtungen ist, so wünschenswert muss es sein, sich dieses Einflusses bewusst zu werden und sich von demselben soviel wie möglich zu emancipieren; denn die Wissenschaft handelt vom Wissen, weder vom Glauben, noch von subjektiver

Ueberzeugung. Eine solche Wissenschaft, welche nur eine natürliche Zusammenstellung der in dieselbe gehörenden Thatsachen sein würde, bleibt wohl immer ein unerreichtes Ideal, unerreichbar schon deshalb, weil wir gar nicht befähigt sind, mehrere Thatsachen auf einmal und dabei in ihrer ganzen Fülle, durch einen Begriff aufzufassen, sondern dass wir immer nur eine oder einige wenige Seiten desselben auf einmal zu betrachten im stande sind. Aber gerade darum, weil wir wissen, dass alles unser Erkennen einseitig ist, dass wir einen natürlichen Hang zur Einseitigkeit haben, müssen wir vor dieser Einseitigkeit immer auf der Hut sein und die Skepsis gegen jede allgemeine Behauptung als das wahre Losungswort der Wissenschaft betrachten.

Wie ist es aber möglich, sich einer rein natürlichen Zusammenfassung der Thatsachen zu nähern? Vor einigen Decennien war in der wissenschaftlichen Welt eine große Furcht vor jeder Philosophie verbreitet; es lässt sich aber nur zu häufig konstatieren, dass diese Furcht damals mehr dem Worte als dem Wesen der Philosophie galt; denn wenn die Schelling'sche Philosophie gehasst worden ist, so ist wieder der Materialismus freudig begrüßt worden. Unbeachtet aber dessen, lassen sich heute je weiter je mehrere Stimmen hören, dass das Studium des Thatsächlichen nicht genügt, dass man die Philosophie wieder in die Wissenschaft einführen muss — wohl nicht, beeilt sich ein jeder hinzuzufügen, die „falsche" Naturphilosophie, sondern die „wahre", „auf den Thatsachen gegründete" Philosophie. Da empfiehlt Helmholtz den Kant, auf den zurückzugehen sei, Driesch beruft sich auf Kant, Verworn empfiehlt wieder Fichte. Glücklicherweise nehmen es aber sehr viele Autoren mit den von ihnen empfohlenen Philosophien nicht so streng, wie es scheinen möchte. Man liest z. B. in der Einleitung zu Verworn's „Allgemeiner Physiologie", dass es Fichte war, der auf den einzig wahren Grundgedanken alles unseren Wissens gekommen war. Man liest weiter und erwartet mit Spannung, wie es denn Verworn angefangen hat, das Ich-Nichtich in seine Amoeben einzuführen oder wie er durch Thesis-Antithesis-Synthesis eine Theorie der Verdauung aus sich herausspinnt. Umsonst aber sucht man etwas derartiges; das ganze Buch ist so geschrieben, dass Verworn in der Einleitung ebensowohl Thomas von Aquino oder Heraklit als den wahren Patron der Physiologie aufgestellt haben könnte. Dies ist auch selbstverständlich; denn was hat ein Ich-Nichtich oder überhaupt die philosophische Auffassung des Verhältnisses zwischen Subjekt und Objekt mit der Zelle, mit Verworn's Theorie der Kontraktilität u. s. w. zu thun? Dass Oken's Abhandlungen im Sinne der Schelling'schen Philosophie geschrieben sind, dass die Abhandlung „Ueber die Erhaltung der Kraft" von Helmholtz von Kant beeinflusst ist, das lässt sich begreifen; was aber anderes als ein schwungvolles Wort ist Fichte in Verworn's Physiologie? Es

wäre mir ebenso schwierig, in Driesch einen Kantianer zu erkennen, wenn er es uns selbst nicht sagen würde[1]); und derlei Beispiele lassen sich noch mehrere anführen.

Das Bemühen der Autoren, sich zu allgemeineren Problemen zu erheben, ist gewiss sehr schätzenswert; aber die Art, wie sie es thun, ist unrichtig; man übersieht die doch offenbare Thatsache, dass eine ganz bestimmte Philosophie die Weltanschauung eines ganz bestimmten, in speziellen Lebensbedingungen begriffenen Menschen ist, dass diese Weltanschauung tief, sehr tief sein kann, dass sie aber für den Biologen nur eine der Auffassungsarten seiner wissenschaftlichen Probleme sein kann; dazu sind noch in den meisten Fällen die Probleme der Philosophen zu entfernt, zu hoch über den kleinen Mitteln, die einem Manne der Wissenschaft zu Gebote stehen. Solche Philosophien können wohl auch ihre Vorkämpfer haben, welche die Thatsachen der Wissenschaft unter die Lehren derselben zu subsumieren sich bemühen, die Resultate dieser Arbeit können bedeutungsvoll sein, aber man muss die wissenschaftlichen Lehren von der Art ihrer Entdeckung trennen und von dieser unabhängig darzustellen suchen. Eine philosophische Richtung, welche einen Aufschwung in der Wissenschaft herbeigeführt hat, gehört in die Geschichte derselben; in der Wissenschaft selbst muss man es wenigstens als Forderung aufstellen, die wissenschaftlichen Begriffe ganz unabhängig von jeder Richtung, bloß nach logischen Prinzipien zusammenzustellen, auf dass man doch klar vor den Augen hat, was Wissenschaft und was ihre von der Zeit abhängigen Richtungen sind.

Es ist nicht richtig, z. B. die Kant'sche Philosophie als Einleitung zu einer Abhandlung anzuführen und in ihrem Sinne die Thatsachen zu erklären, sondern die Thatsachen jedes Gebietes müssen rein für sich, ohne Rücksicht auf jede Philosophie gruppiert werden; es ist möglich, dass sich auf einer solchen Grundlage etwas von einem Kant'schen Theorem aussagen lässt, nicht aber umgekehrt. Die Philosophie und die Wissenschaft sind selbständige Gebiete; entweder kann die Philosophie aus dem Standpunkte der Wissenschaft kritisiert werden, oder sie gehört überhaupt nicht in die Wissenschaft.

I. Weder Kausalität noch Teleologie sind die alleinigen logischen Prinzipien der Biologie.

Eine so unkritisch aus der Philosophie herausgegriffene und in der Biologie immer und immer wiederholte Behauptung ist, dass alles, was wir überhaupt in der Biologie exakt aussagen können, nur in

1) Die Biologie als selbst. Grundwissenschaft, S. 58, wo er sagt: „Für uns, die wir den Standpunkt des Kant'schen Idealismus in dieser Studie vertreten, auf dem uns Kausalität und Teleologie subjektive Formen der Beurteilung sind ..."

der Form des Kausalverhältnisses ausgesagt werden kann, wobei der Kausalität eine ganz spezielle Bedeutung zugeschrieben wird. Es wird diesem Gedanken oft auch die Formulierung gegeben, dass jede Gesetzmäßigkeit eine Kausalgesetzmäßigkeit ist und Kausalität und Gesetzmäßigkeit werden als zwei identische Begriffe promiscue gebraucht. Unter Kausalität wird dabei eine Gesetzmäßigkeit in der Folge der Erscheinungen verstanden (dass auf eine Erscheinung eine bestimmte andere folgt).

Es ist möglich, nur einige Beispiele zu der Charakterisierung dieser Richtung hier anzuführen. Es sei zuerst auf Ch. Darwin hingewiesen, welcher konsequent bei jeder Erscheinung (nur) nach ihrer Entstehung fragt. Darwin hat in seinen Monographien erstens die Frage nach der Entstehung der Arten untersucht, was die Lösung eines wissenschaftlichen Problems ist; er hat aber zweitens alle biologischen Probleme, die ihm zugänglich waren, nur in dieser Richtung aufzufassen versucht, welches eine philosophische Richtung, Evolutionismus genannt, darstellt. Infolgedessen sind bei Darwin und bei den Darwinisten alle Erscheinungen, welche als in der Zeit vor sich gehend begriffen werden können, im Gegensatze zu allen anderen sehr hervorgehoben worden. Die Systematik, die Zoogeographie, die vergleichende Anatomie und andere ganz offenbar nicht historische Disziplinen werden zu historischen umgewandelt, und sofern sie dies nicht erlauben, als minderwertig betrachtet.

Ich führe ferner W. Roux an, welcher die ursächliche Analyse der (vorwiegend) embryologischen Thatsachen verlangt, welcher von „gestaltenden Kräften“ spricht und welcher die Erforschung der „Wirkungsweisen“ als das eigentliche Ziel der Embryologie und dann der Morphologie überhaupt ansieht, der also ganz bewusst die Gesetzmäßigkeiten in der Folge der Erscheinungen[1]) als das tiefste Problem der Biologie betrachtet. Von O. Hertwig wird ihm nicht etwa eingewendet, dass er die Bedeutung der Kausalität überschätzt, sondern im Gegenteil, dass Roux dadurch gar nichts neues, vielmehr eine triviale Wahrheit behauptet.

J. Sachs sagt[2]): „Das Wesen echter Naturforschung liegt darin, aus der genauen und vergleichenden Beobachtung von Naturerscheinungen nicht nur überhaupt Regeln abzuleiten, sondern diejenigen Momente aufzufinden, aus denen der kausale Zusammenhang, Ursache und Wirkung sich ableiten lässt.“

Auf diese Hochachtung des Kausalprinzips kommt man etwa durch folgende Schlussweise. Wir können nichts anderes als Veränderungen konstatieren, also auch nur den gesetzmäßigen, d. h. konstanten Zu-

1) Er sagt mit Vorliebe „Geschehen“ statt „Erscheinung“.

2) Gesch. der Botanik, S. 91.

sammenhang derselben. Alle Veränderungen geschehen aber in der Zeit. Also haftet diese auch allen Gesetzmäßigkeiten an, und da wir die gesetzmäßige Folge der Erscheinungen in der Zeit Kausalzusammenhang nennen, so kann nur dieser den Gegenstand der Forschung darstellen.

Es ist hier augenscheinlich nicht der Ort, ausführlich darzulegen, dass die Philosophen in betreff der Bedeutung des Kausalprinzips nicht so einig sind, wie es scheinen könnte. Es sei aber doch darauf hingewiesen, dass das Kausalprinzip (als konstante Folge der Erscheinungen) bei Aristoteles nicht die vorwiegende Rolle spielt wie heute; noch Spinoza's Kausalität ist eine andere als die unsrige, da der Begriff der Zeitfolge ihr fremd ist; erst seit Hume ist derselben eine größere Aufmerksamkeit gewidmet worden und ihre Bedeutung ist namentlich durch Kant hervorgehoben worden, obwohl auch dieser Philosoph dieselbe als nur eine unter seinen Kategorien der reinen Vernunft betrachtet. Bei Schopenhauer hat endlich die Kausalität gegen andere Kategorien gewonnen, trotzdem auch derselbe vier Wurzeln des Satzes vom zureichenden Grunde unterscheidet. Es genüge dies, um anzudeuten, dass in verschiedenen Philosophien nicht Einigkeit darüber herrscht, welche Bedeutung man der Kausalität zuschreiben soll. Diese Uneinigkeit der Philosophen sollte für uns Biologen nur eine Mahnung sein, sich nicht auf die Lehre irgend eines einzelnen von denselben zu viel in dieser Hinsicht zu verlassen.

In der neuesten Zeit beginnt wieder die Ansicht Platz zu greifen, dass die Teleologie ein von der Kausalität unabhängiges, derselben äquivalentes Prinzip sei. Unter den Zoologen vertritt jetzt namentlich Driesch eifrig diese Meinung. Nur glaube ich ihm gegenüber, dass es nicht Mangel an jeder Philosophie ist, wenn man die Teleologie „kausal zu erklären" sich bemüht; denn derjenige, welcher sich frei von jeder Philosophie halten will, wird nicht auf einen solchen Gedanken kommen. Hätte man bei den Thatsachen bleiben wollen und nicht voreilig ein Prinzip aufstellen, welches, wie die Kausalität „alles" erklären würde, so würden solche Missgriffe, wie „das Erklären der Teleologie durch die Kausalität auf Grund der biologischen Thatsachen" niemals möglich sein. Wenn ich frage, wozu dienen die Zähne, so wird mir jeder vernünftige Mensch antworten: dazu, dass . . .; nur ein philosophisch geschulter Kopf wird mich belehren wollen, dass ich nicht fragen soll, wozu die Zähne dienen, sondern, wie ihre Funktion entstanden ist.

Die Fragen nach den Zwecken werden gestellt, es ist möglich, sie eindeutig zu beantworten, es ist also wissenschaftlich, derlei Antworten zu suchen; die Frage nach dem Verhältnis der Teleologie zur Kausalität kann zwar von einem Biologen untersucht werden, aber das Resultat dieser metaphysischen Frage muss ohne Einfluss auf die

Aufstellung der biologischen Probleme bleiben. Es ist leicht einzusehen, dass die historische Erklärung der Zweckmäßigkeit (durch allmähliche Anpassung) ein metaphysisches Problem bildet. Mit derlei Fragen hat sich schon Spinoza beschäftigt und aus seinem System die Teleologie ausgeschlossen. Kant hat sie rationalistisch erklärt, indem er dieselben als apriorische Eigenschaft der Vernunft betrachtet hatte; Darwin glaubt wieder, dass die Zweckmäßigkeit eine zufällige Eigenschaft der lebendigen Körper bildet. In der positiven Wissenschaft kann es sich dagegen um nichts mehr handeln, als um die Präzisierung des Begriffes und des Gebietes der Zweckmäßigkeit.

Dass es Fragen giebt, die nur teleologisch beantwortet werden können, das ist unstrittig; nur glaube ich, dass diejenigen, welche neben der Kausalität noch die Teleologie als ein in die Wissenschaft einzuführendes Schema der Verknüpfung der Thatsachen empfehlen, nur etwas weniger dogmatisch sind als diejenigen, welche durch die Kausalität völlig zufriedengestellt sind. Denn wo haben sie die Bürgschaft dafür, dass es nur diese beiden logischen Prinzipien der Biologie giebt und keine anderen? A priori lässt sich dies gar nicht beweisen, ebenso, wie es nicht möglich ist, a priori zu erkennen, wie viele Energiearten es giebt. Die logischen Prinzipien sind doch ebenso aus der angewandten Logik, aus der Wissenschaft zu abstrahieren, wie etwa die Gesetze der Bewegung der Körper aus dieser Bewegung selbst.

Ich werde weiter unten nachzuweisen versuchen, dass das Prinzip von der Korrelation der Organe ein solches logisches Prinzip darstellt; um hier zu veranschaulichen, dass es außer Kausalität und Teleologie noch andere logische Prinzipien giebt, nach welchen die Thatsachen zusammengefasst werden, so sei nur auf den Begriff hingewiesen. Vom Begriffe (einer Vorstellung, welche Mannigfaltiges zu einem Einheitlichen verbindet) wird zwar in der Biologie viel gesprochen, aber seine Bedeutung wird trotzdem in der Praxis sehr unterschätzt. Obwohl keine wissenschaftliche Disziplin ohne klare Begriffe möglich ist, so ist doch das größte Gebiet der Begriffsanwendung die systematische und vergleichende Zoologie (und Botanik). Es werden hier Individuen untersucht, die denselben gemeinsamen Merkmale abstrahiert und so der Begriff der Art, der Gattung, der Klasse u. s. w. gebildet, alles durch bloße Begriffsbildung. Das ganze natürliche System der lebendigen Wesen wäre ganz gut darstellbar, ohne von der Kausalität oder Teleologie nur die geringste Anwendung zu machen. Man kann ruhig annehmen, dass die Arten aus anderen Arten allmählich oder sprungweise entstanden sind, dass sie ein Gott geschaffen hat, oder, was man immer über ihre Herkunft annehmen will, sofern man sich mit der Erforschung ihres Ursprungs beschäftigt, treibt man keine Systematik; wenn man diese erforscht (z. B. nachzuweisen sucht, dass der Mensch

ein Säugetier ist), so kommt man doch offenbar mit dem Begriffe der Zeit (Ursprung als zeitlicher Zusammenhang mit anderen Erscheinungen) gar nicht in Berührung, auch dann nicht, wenn es sich um ontogenetische Vorgänge handelt; denn auch in betreff derselben wird in der Systematik bloß konstatiert, inwiefern sie ähnlich oder verschieden sind, nicht wie ihre Aehnlichkeit entsteht.

Die Thatsache der Systematik, der natürlichen Gruppierung der Tiere kann auf verschiedene Weise philosophisch gedeutet werden. Ich weise nur auf zwei Philosophen hin: auf Plato und Darwin H. Spencer). Man wird mir nicht einwenden, dass Plato nicht modern ist; seine Philosophie ist ungemein tief, aus derselben ist die des Aristoteles, des Vaters der Zoologie, entstanden und sie hat die Monadenlehre Leibnitz'ens, neuerdings neben anderen auch Schopenhauer stark beeinflusst. Plato geht von den Begriffen aus und behauptet, dass nur diese eine wahre Bedeutung haben; seine einzig wahren Ideen sind in die Metaphysik projicierte Begriffe, und zwar unterscheidet er eine ganze Hierarchie derselben, von der einfachsten bis zu der allgemeinsten. Die Veränderungen in der thatsächlichen Welt sind ihm nur Schein, die Beachtung derselben hält er nicht für der Philosophie würdig; die fixen unveränderlichen Begriffe sind ihm alles. Die Evolutionisten behaupten dagegen: Alles verändert sich, und die Welt in ihren Veränderungen zu beobachten ist die einzige Aufgabe der Wissenschaft. Die Begriffe sind gar nichts fixes, es ist nur Schein, dass sie für unveränderlich gehalten werden, sie verändern sich, sind entstanden und werden vergehen. Ich bitte die Grundprinzipien dieser beiden Philosophien zu vergleichen; es ist nicht möglich, die Einseitigkeit der einen wie der andern in diesem Kontraste nicht zu bemerken. Das einzige, das für die Evolutionisten und gegen Plato spricht, ist, dass die ganze Biologie im Sinne des Evolutionismus aufgebaut worden ist, aber es wäre ebenso möglich, sie unter Plato's Philosophie zu subsumieren; nur würde es nötig sein, die Gesetze der Veränderungen, also unveränderliche Begriffe in die Metaphysik als ewige Ideen zu erheben.

Höchstens innerhalb eines philosophischen Systems kann der Begriff in andere logische Prinzipien aufgelöst werden; der Wissenschaft ist er als solcher gegeben und sie kann nichts anderes als bestimmte Begriffe aus ihren Thatsachen bilden. Aus diesem Grunde ist es auch unrichtig, zu behaupten, dass etwa die Systematik der Phylogenie untergeordnet sei, oder sich in dieselbe auflösen lasse; vielmehr ist die Systematik, als die Wissenschaft von dem Verhältnis (von der Hierarchie) der Begriffe ihrem Inhalte und Umfange nach, eine — innerhalb der Biologie — ebenso selbständige Wissenschaft wie die Phylogenie oder Embryologie, selbständig nicht nur ihrem positiven Inhalte nach, sondern auch in ihrer (logischen) Methode.

Ich habe in diesem Abschnitte allgemein bekannte Thatsachen angeführt, um auf Grund derselben die Selbständigkeit der Wissenschaft der Philosophie gegenüber zu demonstrieren. Ich möchte jetzt das bis jetzt Gesagte zusammenfassen. Die Biologie muss auf ihren Thatsachen selbst aufgebaut werden, welche nur ganz natürlich, ich möchte sagen naiv, ohne vorgefasste Meinungen zusammenzufassen sind. Durch diese, von der Philosophie und anderen nicht wissenschaftlichen Elementen möglichst unabhängige Durcharbeitung der Thatsachen wird erst eine reine Wissenschaft erzielt. Man wird dann in der Biologie die Versuche aufgeben, Teleologie, Kausalität und Begriff aufeinander zu reduzieren, sondern man wird in jedem dieser logischen Prinzipien ein selbständiges, nur nach der praktischen Bedeutung desselben zu schätzendes logisches Element betrachten.

In Verfolgung derartiger Gesichtspunkte sollte man alle diejenigen Thesen mit höchster Skepsis aufnehmen, welche wissentlich nach einem einheitlichen Standpunkte in einem größeren Gebiete der Wissenschaft zielen; denn wegen der Beschränktheit unserer Kräfte ist es sehr unwahrscheinlich, dass man bei derlei Theorien, welche die Wissenschaft aus einem Gesichtspunkte übersehen wollen, innerhalb des durch die Thatsachen Gegebenen bleibt. Ich behaupte nicht, dass man der Philosophie absagen sollte, eher das Gegenteil; man achte aber dieselbe nicht höher, als was sie ist: eine unter den möglichen Betrachtungsweisen, welche zu ihrer Tiefe und Allgemeinheit durch einseitige Betonung nur eines oder einiger Prinzipien zu gelangen pflegt.

II. Ueber die Auffassung des Prinzips von der Korrelation bei einigen Autoren.

Ich halte das Prinzip von der Korrelation der Organe für eines der wichtigsten Prinzipien der Biologie; es wurde als solches schon von Cuvier erkannt, aber durch den Evolutionismus, speziell durch Darwin ist es einerseits zu einer seinem Wesen gar nicht entsprechenden Bedeutung gesunken, und andererseits noch unrichtig aufgefasst worden. Es ist mir keine neuere Abhandlung bekannt, welche sich mit diesem Prinzip unabhängig vom Evolutionismus beschäftigt hätte; es wird heute so wenig beachtet, dass auch in Abhandlungen, wo man geneigt wäre, anzunehmen, dass dieses Prinzip eine größere Anwendung finden muss, wie z. B. in Bateson's Materials for the Study of Variation, oder in Plate's Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprinzips, oder in Fleischmann's Descendenztheorie, man kaum Spuren von der Erwähnung dieses Prinzips findet, und wo die Besprechung desselben öfters vorkommt, wie bei W. Roux, dort wird es wieder ganz unrichtig angewendet. Es lässt sich dies, wie wir weiter unten sehen werden, sehr einfach aus der historisierenden Richtung der Biologie erklären; ehe der Evo-

lutionismus die Gedanken der Biologie gefesselt hatte, war das Korrelationsprinzip eines der wichtigsten Prinzipien, welches unter den verschiedensten Formen auftrat. Um die Bedeutung, die man damals diesem Prinzip zuschrieb, zu erkennen, habe ich die diesbezüglichen Abhandlungen von Cuvier, Geoffroy St. Hilaire, Goethe und Darwin durchgelesen. Indem ich im folgenden über die Bedeutung des Korrelationsprinzips bei jedem dieser Naturforscher reden will, bin ich genötigt, mehr oder weniger auch die naturphilosophischen Ansichten eines jeden derselben etwas zu beleuchten, wobei ich zu etwas anderen Resultaten gekommen bin als diejenigen, welche in den Naturforschern am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts lauter Vorläufer Darwin's sehen wollen.

Indem ich im folgenden die Ansichten z. B. Cuvier's als konsequente, als sehr wichtige erkläre, sage ich dadurch noch nicht, dass ich auch geneigt bin, seine Naturphilosophie anzunehmen. Der Geist Leibnitz'ens, der damals dem Nachdenken die Richtung angab, kann wohl noch heute viel nützliches für die Biologie bieten, aber selbstverständlich hat er auch zu einseitiger Betrachtung der biologischen Probleme geführt.

G. Cuvier.

G. Cuvier ist durch das Spiel des Schicksals in den Augen der Nachwelt zu einem Bekämpfer jeder Theorie gemacht worden; er wird für einen schroffen Gegner jedes allgemeinen Gedankens ausgegeben, und der Nachwirkung dieser seiner Gegnerschaft wird es zugeschrieben, dass seine französischen Nachfolger lange einen hartnäckigen Widerstand der Aufnahme des Darwinismus leisteten. Is. Geoffroy St. Hilaire charakterisierte Cuvier durch den Witz, dass er an keine andere Theorie geglaubt hat als an diejenige, dass alle Theorien falsch sind.

Das Schicksal, das Cuvier in dieser Richtung getroffen hat, ist sehr unverdient; wenn einmal die wissenschaftliche Welt erkennen wird, dass der Evolutionismus auch nur eine Philosophie ist, werden sich die Franzosen dessen schämen, dass sie ihren besten Naturforscher dieser Philosophie preisgegeben haben, ohne je den Versuch zu machen, die Selbständigkeit der Anschauungen von Cuvier jeder Philosophie gegenüber zu behaupten. In der That ist Cuvier der klarste und konsequenteste Kopf unter den biologischen Theoretikern; wenn er weniger theoretisiert hat, so hat er seine Theorien desto besser praktisch durchgeführt.

Cuvier bezeichnet es als Ziel jeder guten Methode, die Wissenschaft auf ihre „kürzesten Ausdrücke zu bringen", welche These nur eine andere Fassung der heute so oft diskutierten modernen Definition der Mechanik von Kirchhoff ist, „die Erscheinungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben". Es fehlt in der Definition

von Cuvier nur das Wort „vollständig", welches aber auch als selbstverständlich ausgelassen werden kann. Man pflegt in dieser Definition von Kirchhoff den Ausfluss des neuesten und originellsten Nachdenkens zu sehen, W. Roux[1]) und O. Hertwig[2]) betrachten dieselbe als etwas besonders beachtenswertes und streiten darüber, wie man sie verstehen soll — und, siehe da, Cuvier, der Gegner jeder Theorie, er hat diesen Gedanken schon vor einem Jahrhundert nicht nur ausgesprochen, sondern auch praktisch durchzuführen gesucht.

Unter der Leitung dieser Methode hat Cuvier das natürliche System begründet — die Darwinisten haben dazu eine philosophische Deutung gefunden; er hat aus der vergleichenden Anatomie eine neue, selbständige Wissenschaft gemacht, — die Darwinisten haben die vergleichend anatomischen Thatsachen historisch gedeutet; Cuvier hat die Korrelation der Organe zu dem Grundprinzip seiner Betrachtungen gemacht, — die Darwinisten machten daraus einen wenig beachteten Beweis ihrer Philosophie.

Die Korrelation der Organe nennt Cuvier besser „Corrélation des formes" und begründet sie folgendermaßen[3]).

Ein jedes Tier bildet ein ganzes, ein einheitliches und in sich geschlossenes System, in welchem alle Teile (erstens) einander entsprechen und (zweitens) zu derselben Funktion mit gemeinschaftlicher Thätigkeit beitragen. Keiner dieser Teile kann verändert[4]) werden, ohne dass andere sich verändern, und so bestimmt ein jeder Teil alle anderen[5]). Diese Auffassung der Korrelation wird folgendermaßen näher erklärt:

a) Wenn der Verdauungskanal eines Tieres zur Verdauung von Fleisch eingerichtet ist, so müssen auch seine kauenden Apparate zum Zerschneiden desselben, die Bewegungsorgane zur Erhaschung der Beute u. s. w. eingerichtet sein. Auch im Gehirn muss der Trieb innewohnen, auf die Beute zu lauern u. ä. m. Wenn wir die Beziehungen zwischen dem Bau und der Thätigkeit der Organe vollständig kennen

1) Programm und Forschungsmethoden der Entwicklungsmechanik, 1897.

2) Zeit- und Streitfragen der Biologie 2. 1897.

3) Discours sur les revolutions de la surface du globe 5.me éd. 1828. Ich besitze diese Abhandlung nur in böhmischer Uebersetzung; deshalb lasse ich bei den Citaten aus derselben die Seitenangaben weg.

4) Unter „Veränderung" wird nicht nur etwa die von einem Experimentator hervorgerufene Veränderung gemeint, sondern auch die Veränderung, welche wir sehen, wenn wir von einer Tierart zu einer anderen übergehen!

5) Dieser Satz könnte leicht von einem Kausalisten falsch verstanden werden; ich wiederhole also denselben Gedanken in anderen Worten: Wenn ich von einer Art zu einer anderen übergehe, so finde ich alle Organe verändert, und weil alle Organe eine gesetzmäßige Einheit bilden, so kann aus einem Teil des Organismus jeder andere Teil desselben Organismus bestimmt werden.

würden, so wäre es uns ermöglicht, aus der Kenntnis nur eines Organs das ganze Tier zu rekonstruieren; denn wir würden dann die Funktion dieses Organs erraten und dadurch auch die Lebensweise des Tieres und daraus die Funktion sämtlicher anderer Organe, aus welcher es dann leicht wäre, auf ihren Bau zu schließen.

b) In dem angeführten Beispiele eines fleischfressenden Tieres ist es leicht, von der Lebensweise auf die Bauart zu schließen; es giebt aber andere Fälle, wo dies unmöglich ist. Es kann z. B. nicht auf die angeführte Art, durch die Beziehung auf die Lebensweise erkannt werden, dass alle Wiederkäuer auch Zweihufer sind, oder dass nur diese Ordnung Hörner besitzen kann. Weil aber diese und ähnliche andere Beziehungen konstant sind, so müssen sie einen hinreichenden Grund haben, welchen wir aus der Erfahrung erkennen müssen. „Durch die Erfahrung stellen wir Erfahrungsgesetze auf, welche fast die Gewissheit der rationellen Gesetze gewinnen, wenn sie auf einer oft genug wiederholten Beobachtung aufgebaut sind, so dass ein jeder, indem er die Spur eines gut gespaltenen Hufes sieht, schließen kann, dass das Tier, dem ein so gebauter Fuß gehört, ein Wiederkäuer ist; und dieser Schluss ist so bestimmt, wie jeder andere in der Naturgeschichte oder in der Moral."

c) Durch die Thatsache aber, dass bestimmte Eigenschaften der Tiere stets mit anderen Eigenschaften zugleich vorkommen (Wiederkäuer-Zweihufer), ist die Bedeutung dieser Beziehungen noch nicht erschöpft. Das Gebiss der behuften nicht wiederkäuenden Tiere ist durchgängig vollkommener als das der Wiederkäuer, aber auch im Bau ihres Fußes zeigt sich eine größere Vollkommenheit, sei es, dass sie mehrere Finger besitzen, sei es, dass sie mehrere freie Knochen im Mittelfuß oder der Fußwurzel haben, oder dass sie die Tibia und Fibula frei haben oder alle diese Charaktere zusammen besitzen. Das ist die oben erklärte Art der Korrelation; aber wir müssen nicht nur schließen, dass immer, wenn der Fuß komplizierter ist, auch das Gebiss vollständiger ist, sondern auch, dass, wenn ein Wiederkäuer, also Zweihufer, in dem Gebiss etwas von anderen Zweihufern abweicht, er auch im Bau des Fußes abweichend ist, wie z. B. bei dem Kameel, das nicht nur obere Schneidezähne und Eckzähne besitzt, sondern auch einen anders gebauten Fuß als andere Wiederkäuer besitzt. Die „Corrélation des formes" besteht also nicht nur darin, dass gewisse Formen (Organe) immer zugleich vorkommen, sondern auch, dass, wenn eine derselben etwas verändert wird, auch die andere, korrelative Form sich etwas ändert.

In der logisch wie empirisch vollständig klaren Auseinandersetzung, deren Inhalt ich eben angeführt habe, sehen wir, was Cuvier unter Korrelation der Formen verstanden hat. Er spricht von keiner Wirkung, die eine Form ist nicht Ursache der ihr korrelativen anderen, von

keiner Zeitfolge ist hier überhaupt die Rede, sondern der Grundgedanke Cuviers ist: wenn zwei Erscheinungen konstant verbunden vorkommen, so kann man aus dem Vorhandensein der einen auf das der anderen schließen. Wie zu sehen, unterscheidet Cuvier zwei Arten der Korrelation: die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen dem Bau und der Lebensweise des Tieres und die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den Organen ohne Rücksicht auf die Lebensweise. Die Korrelationen der zweiten Art bestehen erstens darin, dass, wo ein Organ vorhanden ist, auch ein anderes, ihm korrelatives, vorhanden sein muss; und zweitens darin, dass, wenn ein Organ sich verändert, auch das ihm korrelative sich verändern muss.

Der Begriff der Korrelation der Formen hängt bei Cuvier mit den Prinzipien des natürlichen Systems der Tiere enge zusammen. Das Grundprinzip der Systematik bildet bei Cuvier das rein logische Prinzip „de la subordination des caractères", welches besagt, dass einige Eigenschaften der Organismen nur engeren, andere weiteren Kreisen derselben angehören. Cuvier bemerkt aber weiter, dass auch die Korrelationen der Eigenschaften nicht von demselben Grade sind. Wenn wir z. B. die Korrelationen zwischen der Bezahnung und anderen Körpereigenschaften mit denjenigen zwischen dem Bau der Wirbel und anderen Organen vergleichen, so erkennen wir leicht, dass die letzteren viel radikaler sind; denn die Variationen in der Ausbildung der Zähne sind mit solchen Veränderungen im Bau der Tiere verbunden, welche zur Aufstellung nur der Arten, Gattungen oder kleineren Gruppen führen, während an das Vorhandensein des Rückenmarkes alle Eigenschaften gebunden sind, welche das Wirbeltier den Wirbellosen gegenüber charakterisieren. Die Korrelation zwischen dem Rückenmarke und den übrigen Körpereigenschaften ist so fest, dass das Gebiss innerhalb weitester Grenzen variieren kann, ohne dass die Wirbel dadurch stark beeinflusst seien; es kann das Gebiss vollständig fehlen, aber das Rückenmark bleibt unverändert; wenn aber umgekehrt das Rückenmark in seiner Ausbildung variiert, so sind damit sehr starke Veränderungen im Gebiss verbunden; fehlt das Rückenmark, so ist der Körperbau so radikal verändert, dass an ein Gebiss gar nicht gedacht werden kann. Es giebt also Korrelationen engerer und allgemeinerer Art; je allgemeiner eine Korrelation ist, desto größeren klassifikatorischen Wert hat dieselbe; die Größe der Korrelation ist also ein Maß für die systematische Wichtigkeit einer Eigenschaft.

Man sieht aus dieser Darstellung, worin der Gegensatz der Cuvier'schen Richtung dem Evolutionismus gegenüber liegt; nicht in der Thatsache der Entwicklung, des genetischen Zusammenhanges der Tierwelt — den hätte Cuvier wohl annehmen können und wäre dadurch doch kein Darwinist geworden — sondern in der Methode; Darwin behauptet, dass das Rückenmark darum eine allgemeine Eigenschaft

der Wirbeltiere bildet, weil es von den den Wirbeltieren gemeinsamen Ahnen vererbt worden ist, Cuvier dagegen, weil es in tiefer Korrelation mit den übrigen Organen steht.

Man sieht auch, dass die Lehre von der Korrelation bei Cuvier keine Hypothese ist, sondern nur eine logische Form, eine Methode. Dies hat aber Cuvier nicht genug betont; er hat sich als praktischer Naturforscher damit begnügt, diese Methode richtig anzuwenden; das ist für ihn selbst ohne Nachteil gewesen; seine Nachfolger aber, welche nicht von so umfassendem Blick waren wie er, die haben es nicht begriffen, wie er auf die so zahlreichen Korrelationen gekommen ist, ihnen blieb die Methode unbekannt und dadurch auch der Weg zu den großartigen Resultaten, welche Cuvier erzielt hatte.

Zugleich ist für die damalige morphologische Forschungsrichtung Cuvier's Auffassung der Korrelation zwischen dem Bau und der Lebensweise charakteristisch. Die Erkenntnis der Korrelation zwischen der Form und der Lebensweise betrachtet er nur als Zweck, da man mittels derselben auf den Bau anderer Organe schließen kann; und doch ist es einleuchtend, dass die Beziehungen zwischen dem Bau und der Funktion ein selbständiges Problem bilden können.

Geoffroy St. Hilaire.

An Geoffroy St. Hilaire wird namentlich gepriesen, dass er die darwinistischen Ideen in einigen Punkten anticipiert habe. Wohl hat sich Geoffroy mehreremals in dem Sinne ausgesprochen, dass sich die Tiere auseinander entwickelt haben; aber seine Richtung war eine ganz andere als die evolutionistische. Der Grundgedanke, der sich durch das ganze Buch „Philosophie anatomique" und „Monstruosités humaines" und auch durch andere seine Abhandlungen hinzieht, der ihn auch in den Kampf gegen Cuvier verwickelt hat, ist, dass die gesamten Tiere nach einem einheitlichen Plane gebaut seien. In seiner „Philosophie anatomique" sucht er speziell das Problem zu lösen, inwiefern sich die Organisation der Wirbeltiere auf einen einheitlichen Plan zurückführen lasse[1]); früher und auch später jedoch zeigt er, dass er diesen einheitlichen Plan nicht nur auf die Wirbeltiere beschränken will. Zuerst in der Abhandlung „Mémoires sur les rapports naturels des Maïs"[2]) 1795, behauptet er, dass die Natur alle lebendigen Körper nur nach einem Plan gebaut habe, welcher in seinem Prinzip überall derselbe bleibt, jedoch in den accessorischen Teilen varriiert; endlich nach dem Erscheinen der Philosophie anatomique gelangt er in den Streit mit Cuvier, als er die Einheit des Bauplanes bei den

1) Mit dieser Frage leitet Geoffroy die Untersuchungen ein. Philos. an. S. XV.

2) Diese Abhandlung habe ich nicht gesehen; ich citiere dieselbe nach Perrier, La philos. zoologique S. 93.

Cephalopoden und Wirbeltieren aufrecht erhalten will. Was Geoffroy unter dem einheitlichen Plan aller Tiere verstanden hat, ist nicht leicht klar zu definieren. Dieser sein Gedanke ist nämlich keine bewusste Abstraktion aus den Erscheinungen, sondern nur eine instinktive Ahnung; er weist darauf hin, dass schon Aristoteles unter Beachtung dieses Prinzips seine anatomischen Beobachtungen gemacht hat, und dass man von demselben auch nach Aristoteles eine mehr oder weniger deutliche Ahnung hatte (er führt als Beispiel eine Stelle aus Newton an), aber es war dies eben nur eine unbewusste Ahnung, welche er an konkretem Materiale zu einer bewussten Methode machen will. Es möchte fast scheinen, dass er die Einheit des Bauplanes der Tiere für ein apriorisches Prinzip gehalten hat. Sein Glaube, dass die Einheit des Planes nur ein, ich möchte sagen, leeres Schema ist, das durch die Thatsachen gefüllt werden muss, ist theoretisch ganz richtig; denn es ist a priori offenbar, dass die Organismen alle in irgend einem Punkt einheitlich sein müssen, sonst würde man sie nicht unter denselben Begriff — Organismen — zusammenfassen. Eine andere Frage ist aber, ob etwas durch die Behauptung dieser Einheit gewonnen ist, wenn nicht gesagt werden kann, worin sie besteht. Geoffroy hat sich eifrig bemüht, dieses leere Schema durch Thatsachen auszufüllen, aber er hat sich die Einheit des Planes zu naiv vorgestellt, indem er z. B. jeden Knochen, der bei einem Wirbeltiere vorkommt, bei allen anderen Wirbeltieren auffinden wollte. Er machte aber einen sehr unglücklichen logischen Fehlschluss, der seinen Anschauungen alle Klarheit genommen hat, welche sonst nicht hätte ausbleiben können. Er schloss nämlich so: alle wesentlichen Teile müssen bei allen Wirbeltieren vorhanden sein. Jeder Knochen ist ein wesentlicher Teil, also muss jeder Knochen bei allen Wirbeltieren vorhanden sein. Woran wir aber erkennen sollen, dass jeder Knochen für die Wirbeltiere wesentlich ist, das sagt Geoffroy nirgends. Wenn er sich diese Frage vorgelegt hätte, hätte er einsehen müssen, dass sein obiger Schluss ein Circulus vitiosus ist, denn richtig muss der Untersatz so lauten: wenn jeder Knochen sich bei allen Wirbeltieren findet, so ist er für dieselben wesentlich. Auf diesem Wege würde dann Geoffroy zu der Unterscheidung von wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen gelangt sein und erkannt haben, dass die Wirbeltiere eine einheitliche Gruppe bilden können, ohne dass jeder Knochen, der bei einem Wirbeltier vorhanden ist, bei allen anderen vorkommen müsste.

Thatsächlich hat Geoffroy keinen Unterschied zwischen den wesentlichen und nebensächlichen Eigenschaften zu machen gewusst, was seinen Erörterungen eine große Unbestimmtheit verleiht; er ist geneigt, jede Eigenschaft für allen Tieren eigen zu erklären, nur dass sie nicht überall bemerkbar sei, was doch nichts anderes als

eine Schwärmerei ist; wenn das Organ nicht zu finden ist, so existiert dasselbe für uns nicht.

Der damaligen morphologischen Zeitrichtung gemäß sucht Geoffroy die Einheit nur in morphologischen Charakteren, nicht in den physiologischen; die Physiologie betrachtet er nur als einen Anhang der Morphologie. (Fortsetzung folgt.)

Das Insekten-Entoderm.

Ein Beitrag zur Keimblätterlehre.

Von Dr. **K. Escherich**, Straßburg i. Els.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit, betitelt „Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophilus*“, spricht Paul Deegener[1]) unter anderem auch einiges über die Entstehung des Mitteldarmes. Seine Studien führten ihn zu dem Ergebnis, dass dieser Darmabschnitt bei dem genannten Käfer sich aus dem Ektoderm bilde und zwar in der Weise, dass von den Enden des Proctodaeums und Stomodaeums Lamellen oder Stränge hervorsprossten, die den Nahrungsdotter allmählich umwachsen. Damit setzt sich Deegener einerseits in Einklang mit R. Heymons, der bekanntlich das Gleiche von Orthopteren und Dermopteren behauptet[2]). Andererseits aber gerät er in schroffen Gegensatz zu K. Heider[3]), der gerade bei *Hydrophilus* ein deutliches Entoderm vorfand und auch die Entstehung des Mitteldarmes aus dieser Keimschichte verfolgen konnte. Die Uebereinstimmung Deegener's mit Heymons ist weniger zu verwundern, als die kurze und schnelle Art, mit der die grundlegende Arbeit Heider's, die auch heute noch als die beste Insektenembryologie zu gelten hat, abgethan wird. Auf 5 Seiten wird das äußerst schwierige Problem der Keimblätterbildung von *Hydrophilus* erledigt, ohne dass dabei irgendwie auf die Resultate der fünfjährigen, äußerst gewissenhaften und exakten Untersuchungen jenes Autors im einzelnen näher eingegangen wird.

Unser Erstaunen wird noch größer, wenn wir lesen, welche Ursachen Heider zu seinen schweren Irrtümern verleitet haben sollten. „Zu der Auffassung, sagt Deegener, dass das Mitteldarmepithel sich vom Mesoderm ableitet, ist Heider, glaube ich, dadurch gelangt, dass er sich zu sehr auf das Studium von Querschnitten verlegte, die, wie ich mich selbst überzeugen konnte, keine sichere Darlegung möglich machen, oder sie doch sehr erschweren“ (l. c. p. 135). Dieser Vorwurf ist aber gerade hier recht unangebracht; denn abgesehen davon,

---

1) Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 68, p. 113—168.

2) R. Heymons, Die Embryonalentwicklung von Dermapteren und Orthopteren, Jena 1895.

3) Heider, Die Embryonalentwicklung von *Hydrophilus piceus* L., Jena 1889.

dass die Fehlerquelle bei Längsschnitten meist größer sein wird als bei Querschnitten (wenigstens bei langgestreckten Körpern), giebt es meiner Ansicht nach keine einwandsfreiere, mathematisch genauere Methode als die, die Heider angewandt, indem er sämtliche Schnitte einer lückenlosen Serie aufzeichnete und danach Rekonstruktionen herstellte und außerdem noch mehrfach Sagittalschnitte zur Kontrolle mit heranzog. Wird diese Methode, die allerdings sehr mühsam und zeitraubend ist, mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt, so sind Fehler wohl gänzlich ausgeschlossen oder wenigstens auf ein Minimum reduziert.

Es wäre also vollkommen unberechtigt, Heider den Vorwurf einer mangel- und fehlerhaften Untersuchungsmethode zu machen; um so mehr haben wir dagegen Veranlassung, denselben gegen Herrn Deegener zu erheben. Denn dieser Autor hat, wie aus seiner Darstellung hervorgeht, das Studium der Querschnitte zu sehr vernachlässigt, und zweitens sich damit begnügt, einzelne, aus der Serie herausgegriffene Schnitte (meist Sagittalschnitte) zu berücksichtigen, also von obigen Serien-Rekonstruktionen Abstand genommen.

Was lehren uns nun die abgebildeten Sagittalschnitte Deegener's? Durchaus nicht viel neues; denn größtenteils ergeben sie sich ohne weiteres aus den Querschnitten Heider's. Nehmen wir z. B. gleich den ersten Schnitt Fig. 15 auf Tafel IX, so dürfte dieser ungefähr dem Stadium 7a Heider's und dessen Querschnitten Fig. 76, 77 u. s. w. entsprechen. Deegener bildet da die erste Anlage des Stomodaeums als schwache Ektodermeinstülpung ab und dieser dicht anliegend einen Haufen loser, runder Zellen, die als Mesodermanlage in Anspruch genommen werden. In Bezug auf die feineren histologischen Details lässt diese Figur, wie auch die folgenden, viel zu wünschen übrig und steht jedenfalls weit hinter derjenigen Heider's zurück. Auf dem ungefähr hierher gehörigen Querschnitt Fig. 76 des letzteren sind nun erstens die Zellen der dem Stomodaeum anliegenden Masse nicht so lose wie bei Deegener und meist von polygonaler Gestalt, und zweitens befindet sich jederseits der Mitte, dem Ektoderm anliegend, ein Streifen differenter Zellen. Nur diese letzteren stellen nach Heider die Mesodermanlage dar, während wir in der mittleren Partie des fraglichen Zellhaufens die vordere Entodermanlage zu erblicken hätten. Wie wir unten noch sehen werden, findet diese Auffassung Heider's durch meine Untersuchungen an den Museiden vollkommene Bestätigung. Herr Deegener hat von einer Differenzierung innerhalb des Zellhaufens nichts bemerkt, da er sich, wie es scheint, mit einem Medianschnitt begnügte, und da dieser nur die mittlere Region obiger Zellmasse traf. Der Haufen loser Zellen in Deegener's Fig. 15 stellt also wahrscheinlich nicht die Mesoderm-, sondern die Entodermanlage dar.

Oder nehmen wir einen anderen Schnitt Deegener's, z. B. dessen Fig. 17, die ich hier im Schema wiedergebe (Fig. 4). Wenn wir denselben auf die Heider'sche Einteilung beziehen, so müssen wir ihn dem Stadium 10 oder 11 zurechnen, oder noch besser zwischen diese beiden stellen. Die drei beigegebenen Querschnitt-Schemata (Fig. 1—3), die nach den Heider'schen Figuren 97, 99 und 124 entworfen sind, lassen dies ohne weiteres erkennen. Ein Vergleich dieser Querschnitte mit obigem Sagittalschnitt ergiebt folgendes: der nach vorn gerichtete, der dorsalen (oder vorderen) Schlundwand aufsitzenden Fortsatz (*En*)

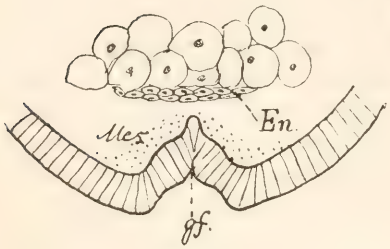


Fig. 1.

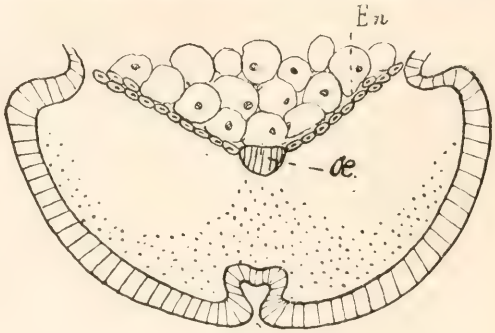


Fig. 3.

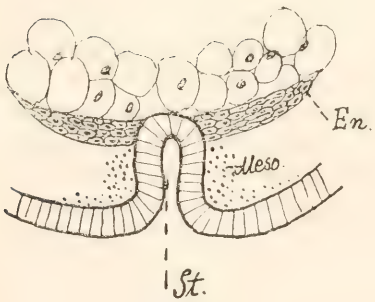


Fig. 2.

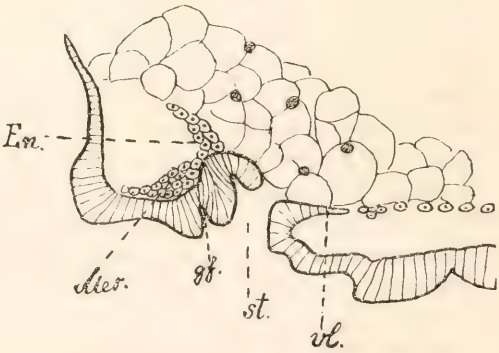


Fig. 4.

Fig. 1—3. Schematas nach den Heider'schen Querschnitten Fig. 97, 99 u. 124.
Fig. 4. Schema nach dem Deegener'schen Sagittalschnitt Fig. 17.

der Fig. 4 entspricht der queren Lamelle (*En*) der beiden Querschnitte Fig. 1 und 2 und stellt die Entodermanlage dar; die übrigen, der vorderen Schlundwand anliegenden Zellen der Fig. 4 (*Mes*) gehören dagegen, wie die Querschnitte lehren, dem Mesoderm an. Die hintere Schlundwand zeigt auf dem Sagittalschnitt ebenfalls einen Fortsatz, der nach hinten gerichtet ist und sich bezüglich der histologischen Beschaffenheit nicht von der ektodermalen Wand des Stomodaeums unterscheidet (Fig. 4 *vl.*). Derselbe entspricht der Zellmasse „*oe*“ auf

dem Querschnitt Fig. 3 und stellt also nichts anderes als das distale Ende des Stomodaeums (oder vielmehr der ventralen Wand desselben) dar. Diesem liegt beiderseits eine breite, aber dünne Entodermlamelle an (s. Fig. 2, *En*), die sich bezüglich ihres histologischen Charakters deutlich von dem medianen Streifen unterscheidet.

Wie deutet aber Herr Deegener seinen Sagittalschnitt? Der vordere Fortsatz (*En*), den wir als Entodermanlage erkannt haben, ist weder im Text noch auf der Tafel besonders erwähnt und wird wohl stillschweigend als Mesoderm angenommen. Dagegen wird der ventrale (resp. hintere) Fortsatz, der sich als das Ende des Stomodaeums erwies, als Entodermanlage, die direkt aus dem Ektoderm hervorwächst, bezeichnet, während doch in Wirklichkeit die Entodermlamellen erst lateral von diesem beginnen!

Auf diese Weise brachte es Deegener wirklich fertig, für *Hydrophilus* eine ektodermale Entstehung des Mitteldarms nachzuweisen und dadurch eine neue Bestätigung der Heymons'schen Ansicht zu erbringen. Im Interesse der letzteren wäre es aber jedenfalls besser gewesen, dass dieser Beweis ungedruckt geblieben wäre. Denn wenn man einen solchen nur durch Vernachlässigung der elementarsten Regeln wissenschaftlichen Arbeitens führen kann, so ist es eben kein Beweis mehr.

Es dürfte wohl überflüssig sein, mich noch länger bei der Arbeit Deegener's aufzuhalten; die wenigen Beispiele, die ich hier angeführt, zeigen schon zur Genüge, dass die Untersuchungen dieses Autors nicht einwandsfrei und jedenfalls auch durchaus nicht geeignet sind, die Heider'schen Ergebnisse in Frage zu stellen. Letztere haben im Gegenteil neuerdings wieder in vieler Hinsicht eine Bestätigung erfahren, und zwar durch meine Untersuchungen über die Keimblätterbildung bei den Musciden[1]). Ich erlaube mir, darüber im folgenden, soweit es die Entodermbildung betrifft, wenigstens in aller Kürze zu referieren.

Wie bei den meisten bis jetzt studierten Insekten sind auch bei den Musciden die Entwicklungsvorgänge an den beiden Enden des Embryo andere als in dem dazwischen gelegenen mittleren Abschnitt. Dies rührt davon her, dass die Entodermbildung getrennt von den beiden Polen ausgeht, während die ganze mittlere Region lediglich der Mesodermbildung dient.

Im Prinzip stimmen die Entwicklungsvorgänge an den beiden Polen miteinander überein, wenn auch das Hinterende einige Abweichungen gegenüber dem Vorderende zeigt. Diese erweisen sich aber als ganz unwesentlich und lassen sich leicht darauf zurückführen,

---

1) Escherich, K., Ueber die Bildung der Keimblätter bei den Musciden. Nov. Acta Leop. Carol. Bd. LXXVII, 1900, p. 301—367, Taf. XII—XIV.

dass das Hinterende mehrfache Wanderungen während des Embryonallebens durchmacht, indem es zuerst auf der Rückenfläche des Eies weit nach vorne bis nahe an die Scheitellappen rückt, um später wieder an seinen alten Platz am hinteren Eipol zurückzukehren. Es ist daher am Vorderende die Entwicklung reiner erhalten und infolgedessen auch übersichtlicher und leichter verständlich als am Hinterende. Ich beziehe mich daher im folgenden hauptsächlich auf die Vorgänge am vorderen Pol.

Nachdem das Blastoderm gebildet, entsteht am vorderen Eipol in der ventralen Medianlinie eine ziemlich tiefe Einstülpung (s. Fig. 5a *En*); nach kurzem Verlaufe gesellen sich zu dieser noch zwei laterale, ebenfalls tiefe Falten. Querschnitte durch diese Region zeigen also ventral drei Einstülpungen, von denen die beiden lateralen als Divertikel der mittleren aufzufassen sind (s. Fig. 5*b*). Während nun die letztere schon in kurzer Entfernung vom vorderen Eipol endigt, vereinigen sich die Lateralfalten und gehen ohne Rest in das unpaare Mesodermrohr der mittleren Region über. Sie stellen also einen Teil der Mesodermanlage dar; die mediane Falte dagegen ist, wie wir gleich sehen werden, die vordere Anlage des Entoderms[1]). Wir haben also in diesem Stadium bei den Muscideu in der That ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei *Sagitta*, worauf ja bekanntlich schon Bütschli[2]) und Kowalewsky[3]) hingewiesen haben.

Der Urdarm oder vielmehr das vordere Urdarmfragment — so müssen wir die mediane Einstülpung bezeichnen — verliert in späteren Stadien sein Lumen, indem die Zellen seiner Wände sich stark vermehren und gleichzeitig an Umfang zunehmen. Es entsteht so aus dem Gastrocoel eine voluminöse, solide Zellmasse, die als vorderer Entodermkeim bezeichnet wird (s. Fig. 6*a*), — Die Mesoderm-Divertikel behalten ihren ursprünglichen Charakter noch bei und begrenzen jetzt beiderseits den Entodermkeim als zwei parallele Säcke, deren Lumen allerdings nur noch als schmaler Spalt kenntlich ist (s. Fig. 6*b*). Diese paarigen Mesodermanlagen sowohl wie der unpaare Entodermkeim rücken nun von der Oberfläche ab, nach innen (Fig. 6*b*), und indem sich dann das Ektoderm über dem Blastoporus

1) Graber hat die 3 Falten richtig beobachtet, aber ihre Bedeutung nicht erkannt. Er hielt nämlich dieselben für einander vollkommen gleichwertig und wurde dadurch verleitet, den Begriff der „lateralen Gastrulation" aufzustellen. Ich habe in meiner oben citierten Arbeit die Irrtümer, die Graber zu dieser Anschauung verführten, eingehend erörtert und begnüge mich deshalb hier damit, auf diesen Abschnitt hinzuweisen.

2) Bütschli, O., Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte von *Musca*. Morph. Jahrb., Bd. 14.

3) Kowalewsky, A., Zur embryonalen Entwicklung der Muscideu. Biol. Centralbl., 1886, Bd. 6.

schließt, werden die beiden inneren Keimschichten von der äußeren abgeschnürt. Dadurch ist also die Trennung der drei Keimblätter vollzogen.

Jetzt erst stülpt sich das Ektoderm zum Stomodaeum ein und schiebt nun den ihm eng anliegenden Entodermkeim vor sich her. Anfangs ist zwischen letzterem und dem Boden des Schlundes eine scharfe Grenze sichtbar (s. Fig. 7*a*); allmählich aber wird diese undeutlich und verschwindet schließlich ganz, so dass die Wand des Stomodaeums direkt in den Entodermkeim überzugehen scheint. Gleichzeitig mit dieser innigen Vereinigung ordnen sich die Zellen des letzteren

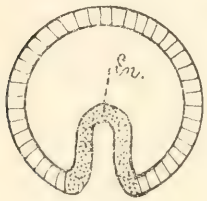


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 6a

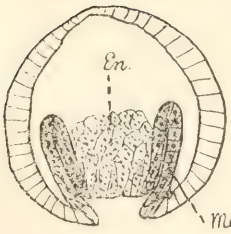


Fig. 6b

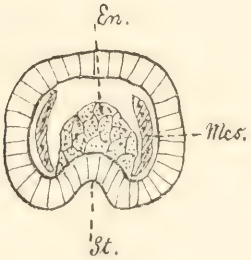


Fig. 7a

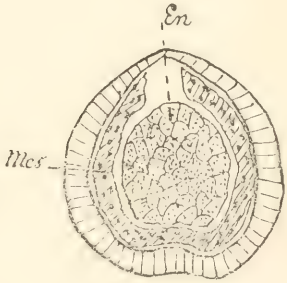


Fig. 7b

Fig. 5–7. Schematische Darstellung der Keimblätterbildung von *Musca*. En = Entoderm, Mes = Mesoderm, St = Stomodaeum.

in zwei laterale Stränge, die beiderseits, dem Mesoderm anliegend, nach hinten ziehen.

Am hinteren Ende des Embryos haben sich unterdessen ganz ähnliche Vorgänge abgespielt und als Resultat derselben sehen wir jetzt auch hier eine ektodermale Einstülpung, das Proctodaeum, das allerdings schon viel tiefer ins Innere eindringt als das Stomodaeum und diesem anliegend den Entodermkeim, von dem zwei laterale Stränge nach hinten ziehen. Indem nun die beiden vorderen und hinteren Entodermstränge in die Länge wachsen, stoßen sie mit ihren freien Enden zusammen und vereinigen sich miteinander, so dass der ganze Embryo jetzt jederseits von einem Entodermstrang durchzogen wird.

Diese beiden Stränge verbreitern sich sowohl nach der Dorsal- wie der Ventralseite und umwachsen so allmählich den Dotter, um sich schließlich auf der Bauch- und Rückenseite längs der Mittellinie zum definitiven Mitteldarm zusammenzuschließen.

Wir konnten also die Entstehung des Mitteldarms von der ersten Anlage an Schritt für Schritt verfolgen und kamen dabei zu dem Resultat, dass 1. bei den Musciden sich sehr frühzeitig ein Entoderm anlegt, dass 2. dieses Entoderm ein Abkömmling des Blastoderms ist und dass 3. die Differenzierung der beiden primären Keimblätter durch eine typische Invaginationsgastrula eingeleitet wird. Die Entodermbildung der Musciden hat demnach durchaus nichts außergewöhnliches, sondern lässt sich sehr gut einem der verschiedenen aufgestellten Gastrulationsschemata unterordnen. Und zwar lässt sich, wenn wir auch die Art der Mesodermbildung (Divertikel des Urdarms) berücksichtigen, leicht erkennen, dass die Keimblätterbildung der Musciden manche übereinstimmende Momente mit den entsprechenden Vorgängen bei gewissen

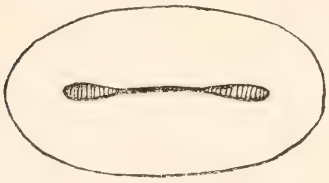


Fig. 8.

Fig. 8. Blastoporus von *Peripatus capensis* (älteres Stadium).

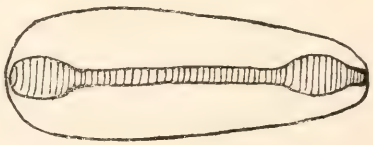


Fig. 9.

Fig. 9. Blastoporus von *Musca* (jüngstes Stadium).

Würmern und vor allem, worauf oben schon hingewiesen wurde, bei Sagitta aufweist. Hier wie dort entstehen durch zwei aufeinanderfolgende Invaginationsprozesse drei Säcke, von denen der mittlere die Entoderm- und die beiden lateralen die Mesodermanlage darstellen.

Doch darf man auf der anderen Seite nicht vergessen, dass die Entwicklung der Musciden, wie überhaupt aller Insekten, einige Eigenheiten (langer, rinnenförmiger Blastoporus, getrennte Entodermkeime etc.) besitzt, durch welche die Insekten eine gewisse Sonderstellung einzunehmen scheinen. Allerdings dürfen jene Besonderheiten in ihrer Bedeutung auch nicht überschätzt werden, so lange sie sich auf ursprüngliche typische Verhältnisse zurückführen und als Modifikationen solcher erklären lassen. Um darüber Klarheit zu erlangen, wird es notwendig sein, die Entwicklung einer ursprünglichen Tracheaten-Form, etwa von *Peripatus capensis*, zum Vergleich mit heranzuziehen. Bei dem genannten *Peripatus* erscheint der Blastoporus zuerst annähernd rund; später streckt er sich in die Länge zu einer schmalen Rinne. Während nun dieselbe an den beiden Polen offen bleibt, nähern sich ihre Ränder

in der mittleren Region bis zum völligen Verschluss. Die beiden Oeffnungen bleiben erhalten und geben in Verbindung mit Ektodermeinstülpungen dem Mund und After den Ursprung.

Haben wir da nicht eine ganz ähnliche hantelförmige Figur des Blastoporus, die bei den Musciden gleich von Anfang an besteht (s. Fig. 8 u. 9)? Wir haben meines Erachtens hier einen überaus klaren Fall von abgekürzter Entwicklung. Während *Peripatus* eine ganze Anzahl Stadien durchlaufen muss, um zu dem hantelförmigen Blastoporus zu gelangen, überschlägt *Musca* alle die ersteren und geht gleich direkt auf das Ziel los.

Bezüglich der Bildung des Mitteldarmes von *Peripatus capensis* herrscht noch keine volle Klarheit; doch scheint derselbe aus den sogen. Dotterzellen, d. s. Zellen, die vom Blastoderm in den Dotter eingewandert sind, zu entstehen, indem diese an die Oberfläche des Dotters rücken und sich hier zu einem geschlossenen Epithel anordnen, welches am vorderen und hinteren Pol, wo der Blastoporus noch vorhanden ist, in das Ektoderm übergeht.

Bei den Musciden geht die Entodermbildung nach einem anderen Typus vor sich, jedoch sind die Unterschiede durchaus nicht wesentlicher Natur. Die Differenz zwischen beiden besteht lediglich darin, dass bei *Peripatus* die durch die Gastrulation entstandenen Entodermzellen ihren Verband aufgeben und einzeln in den Dotter wandern, um erst an der Oberfläche desselben wieder zusammenzutreten, während bei den Musciden die Entodermzellen zunächst ihren epithelialen Zusammenhang beibehalten.

Nehmen wir nun an, dass der Urdarm der Musciden, entsprechend dem langgestreckten Blastoporus, den ganzen Embryo durchziehen würde, so drängt sich uns die Frage auf, wie der Nahrungsdotter in diesen, nunmehr nach innen vollkommen geschlossenen Entodermsack gelangen könne. Und da giebt es zwei Möglichkeiten: entweder wird der Nahrungsdotter durch die Wand des Urdarms durchfiltriert (wie bei *Astacus*), oder diese bekommt eine Lücke, durch die der Dotter in die Darmhöhle einwandern kann. Letztere Art der Dotteraufnahme finden wir bei den Musciden sowie überhaupt bei den meisten Insekten. Jedoch ist hier die Lückenbildung nicht mehr ein sekundärer Vorgang, der etwa einen anfangs intakten Urdarm trifft, sondern der Urdarm legt sich gleich von vornherein mit einer großen Lücke an, indem sich nur seine beiden Enden ausbilden, die sich erst später unter Aufnahme des Dotters zum geschlossenen Darm vereinigen.

Wie wir also oben in der langgestreckten Anlage des Blastoporus eine abgekürzte Entwicklung erkannten, so trifft dies noch mehr für die bipolare Entodermanlage zu, was eine Aufstellung der Stadien, die nach unserer Meinung zu der getrennten Entoderm-

bildung führten, deutlich zur Anschauung bringt. Wir nahmen folgende Entwicklungsvorgänge an:

1. Anlage eines runden Blastoporus;
2. a) Streckung des Blastoporus zu einer langen Rinne,
   b) Streckung des Urdarms zu einem langen Sack;
3. a) Näherung der Blastoporusränder in der mittleren Region (Hantelform des Blastoporus).
   b) Zerreissung des Urdarmes in der mittleren Region.

Während die Stadien 1 und 2a bei *Peripatus* noch vorkommen, werden diese von den Insekten überschlagen und die Entwicklung der letzteren beginnt gleich mit Stadium 3.

Ob die primäre Ursache der Zerreissung, wie Kowalewsky annimmt, in der starken Längsdehnung des Embryos zu suchen ist, brauchen wir hier nicht näher zu untersuchen; uns kam es vor allem darauf an, den Zusammenhang zwischen der Urdarmruptur und der Dotteraufnahme zu betonen.

Betrachten wir nun die übrigen pterygoden Insekten von diesem Gesichtspunkt aus, so ist bis jetzt fast überall eine bipolare Entstehung des Entoderms festgestellt worden. Wenn auch in der Art der Entstehung bei den verschiedenen Insekten mehrfach Abweichungen vorkommen, so sind diese Differenzen insgesamt doch nur ganz unwesentlich und lassen sich ohne Schwierigkeit auf die für die Musciden geschilderten Vorgänge zurückführen. Der Hauptunterschied besteht darin, dass bei gewissen Insekten an Stelle der Invagination die Immigration treten kann. Wenn wir die Litteratur durchblättern, so finden wir alle möglichen Uebergänge zwischen diesen beiden Formen. Während bei den Coleopteren nach Heider[1]) und Wheeler[2]) ein Gastrocoel aufzutreten scheint, finden wir bei *Apis* an denselben Stellen, wo dort die Einstülpung stattfand, solide Zellwucherungen; jedoch erinnert auch hier noch eine zeitweilig auftretende seichte Längsrinne an eine Invagination. Bei einem anderen nahe verwandten Insekt, *Chalicodoma muraria*, ist nach Carrière[3]) auch diese Rinne verschwunden, und wir sehen hier an den beiden Polen zwei vollkommen ebene, annähernd runde Felder, in deren Bereich die Gastrulation ohne jede Einstülpung, lediglich durch Wucherung vor sich geht. Sind diese beiden Wucherungsfelder, nachdem die zwischen ihnen liegenden Mesodermfurchen sich zusammengeschlossen, nicht vollkommen vergleichbar mit den beiden erhalten gebliebenen Blastoporusöffnungen von *Peripatus*? Hier wie dort senkt

1) l. c.

2) Wheeler, W. M., The embryology of Blatta germanica and Doryphora decemlineata. Journ. Morph. Bost. 1889, V. 3.

3) Carrière und Bürger, Die Entwicklungsgeschichte der Mauerbiene. Nov. Acta Leopold, 1897, Bd. LXIX.

sich doch an diesen Stellen das Ektoderm zur Bildung von Mund und After ein.

Ich meine, die Verhältnisse liegen gerade bei *Chalicodoma* so klar, dass wir kaum eine andere und einfachere Deutung zulassen können, besonders nachdem wir die ganz ähnlichen Vorgänge bei den Musciden verstehen gelernt haben. Trotzdem aber wurden von R. Heymons, in dem Bestreben, seine Theorie von der ektodermalen Abkunft des Mitteldarms zu stützen, die Resultate Carrière's in einer durchaus anderen Weise ausgelegt. Genannter Autor sagt (l. c. p. 118) darüber: „Der Mitteldarm entsteht bei *Chalicodoma* aus dem zum Ektoderm werdenden Blastoderm, und zwar aus einer Partie desselben, welche später als Stomo- und Proktodaeum sich ins Innere einsenkt. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass der Mitteldarm von *Chalicodoma* damit also auch, gerade wie bei den Orthopteren, vom stomodäalen und proctodäalen Ektoderm abgeleitet werden kann, nur hat sich bei *Chalicodoma* das letztere, wenn die Mitteldarmanlagen abgesondert werden, noch nicht in Vorder- und Enddarm selbst umgestaltet."

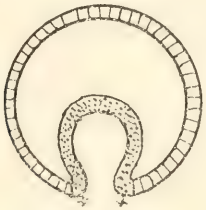


Fig. 10.

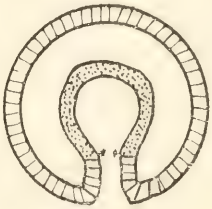


Fig. 11.

Was heißt denn das: „Der Mitteldarm entsteht aus dem zum Ektoderm werdenden Blastoderm?" Wodurch wird denn das Blastoderm zum Ektoderm? Doch nur durch die Gastrulation. Und wie will ferner Heymons die durch Wucherung aus dem Blastoderm entstandenen Zellmassen nennen? Wie anders als Entoderm? Wie können endlich die Mitteldarmanlagen vom stomodäalen Ektoderm abgesondert werden, wenn ein Stomodaeum überhaupt noch gar nicht existiert?

Wollten wir aus dieser hier entwickelten Ansicht von Heymons weitere Konsequenzen ziehen, so müssten wir gar vielen Tieren das Entoderm absprechen. Denn es ist eine weit verbreitete Erscheinung in der Entwicklungsgeschichte, dass gerade an der Stelle, an welcher — sei es durch Wucherung oder durch Invagination — die Differenzierung des Blastoderms in Ekto- und Entoderm stattgefunden, also im Bereich des Blastoporus, der Mund entsteht und zwar durch nachträgliche Einsenkung des Ektoderms; dadurch wird natürlich der Blastoporus und der Urdarm nach innen versenkt und jener stellt jetzt die Pforte zwischen Schlund und Mitteldarm dar (s. Fig. 10

und 11). Setzen wir nun an Stelle des hohlen Urdarms den oben beschriebenen Entodermkeim, so verstehen wir die Verhältnisse, wie wir sie bei den bisher besprochenen Insekten angetroffen haben, ohne weiteres. Der Schlund mündet jetzt natürlich nicht mehr in eine Gastralhöhle, sondern ist zuerst verschlossen durch die ihm festanliegende Entodermmasse (s. Fig. 13).

Dabei sind wieder zwei Möglichkeiten zu unterscheiden: entweder setzt sich das Ektoderm auf den Boden der Stomodaeum-Einstülpung fort, so dass diese also aus Ekto- und Entoderm gebildet wird (s. Fig. 14); oder der Boden entbehrt des Ektoderms und der Verschluss geschieht dann lediglich durch einen Entodermpfropf (Fig. 13). — Ersteres tritt dann ein, wenn das Ektoderm sich vor dem Einstülpungsakt bereits über dem Blastoporus geschlossen hat; letzteres dagegen dann, wenn der Blastoporus offen geblieben ist. Zwischen diesen beiden Formen kommen jedenfalls auch Uebergänge vor, z. B. derart, dass nur der centrale Teil des Bodens des Ektoderms entbehrt, oder dass das Entoderm nur auf einer Seite vorhanden ist u. s. w. Kommt nun noch dazu, dass der Entodermkeim sehr klein bleibt und nicht

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

dicker ist als die Wand des Stomodaeums, so kann es leicht den Anschein gewinnen, als sei hier gar kein Entoderm vorhanden, und als wüchse der Mitteldarm direkt aus dem ektodermalen Schlund hervor.

In diesem Irrtum befangen, hat R. Heymons, wie oben bereits erwähnt, dem Mitteldarm der Dermapteren und Orthopteren thatsächlich ektodermale Abkunft zugeschrieben. Bei diesen Insekten sieht man nämlich in älteren Stadien Stomodaeum und Proktodaeum als einfache Einstülpungen, die gegen den Dotter verschlossen sind, ohne auffallende Zellanlagerungen zu zeigen. Der Boden, durch den der Abschluss hergestellt wird, zeigt vielmehr ein ähnliches Aussehen wie die Seitenwände. Daraus schließt Heymons ohne weiteres, dass ersterer auch derselben Abkunft sein müsse wie letztere, dass also die ganze Einstülpung lediglich aus ektodermalen Elementen bestehe. Dieser Schluss ist meiner Ansicht nach absolut nicht notwendig und auch nicht genügend begründet; denn nach den Abbildungen zu schließen, hat Heymons die feinsten histologischen Details — Zellgrenzen z. B. vermisse ich auf den meisten Figuren — zu wenig berücksichtigt, um schwach differenzierte Partien, die etwa im Boden der Stomodaeum-Einstülpung eingebettet oder ihm

angelagert sind, zu erkennen. In einigen Fällen kann man aber selbst an diesen Abbildungen ganz deutlich sehen, dass der Boden von den Seitenwänden histologisch verschieden ist. Ich verweise nur auf die Fig. 42, die einen Sagittalschnitt durch einen jungen Embryo von *Forficula* darstellt; dort ist der Grund des Proktodaeums doch unzweifelhaft mehrschichtig und scheint, nach der Stellung der Kerne zu urteilen, aus einem Haufen polygonaler Zellen zu bestehen, während die Seitenwände ein einschichtiges regelmäßiges Epithel zeigen. Also ganz ähnliche Verhältnisse wie bei *Musca*, mit dem einzigen Unterschied, dass der Entodermkeim von *Forficula* nicht so stark entfaltet ist wie dort.

Aber noch auf einen anderen Punkt möchte ich aufmerksam machen. Bei manchen Orthopteren scheint nach Heymons die „untere Schichte" oder das „Mesoderm" an den beiden Polen bedeutend mächtiger entwickelt als in der mittleren Region des Keimstreifens. Erinnert dies nicht sehr an die Entodermkeime von *Chalicodoma* oder *Apis*? Heymons spricht sich über die Bedeutung der bipolaren Mesodermverdickungen nicht näher aus, was um so auffallender ist, als die später hier auftretenden Stomodaeum- und Proktodaeum-Einstülpungen an ihrer Kuppe meistens des Mesoderms ganz entbehren sollen. Was ist also aus den fraglichen Zellmassen geworden? Wo sind sie hingekommen? Zweifellos haben sie sich an der Bildung des Bodens jener Einstülpungen beteiligt; es bleibt uns kaum eine andere Annahme offen.

Heymons legt ferner großes Gewicht darauf, dass die Zellen des Bodens des Stomodaeums, von dem aus der Mitteldarm durch Wucherung hervorgehen soll, mit den die Wand des Stomodaeums bildenden Zellen in engstem Zusammenhang stehen. Aber mit Unrecht, denn auch bei den Muscíden fand ich in älteren Stadien den Entodermkeim so innig mit dem Stomodaeum verschmolzen, dass man glauben könnte, ersterer ginge allmählich aus letzterem hervor. Jüngere Stadien belehrten uns aber, dass die beiden zuerst unabhängig von einander angelegt werden und erst sekundär mit einander verschmelzen. Bei den Orthopteren scheint eben die Verschmelzung schon viel früher stattzufinden als bei *Musca*. So können wir also auch hierin keinen zwingenden Beweis für die ektodermale Abkunft des Mitteldarmes der Orthopteren erblicken.

Heymons bleibt aber nicht bei den Dermapteren und Orthopteren stehen, sondern vertritt gleich die Ansicht, dass überhaupt bei allen pterygoten Insekten „der Mitteldarm ektodermaler Natur ist und weiter, dass er in allen Fällen aus dem Ektoderm vom Stomodaeum und Proktodaeum hervorgeht" (l. c. p. 119). Wie Heymons dazu kommt, gleich einen solch großen Schritt zu machen, ist nicht recht verständlich; denn die Angaben der früheren Autoren sind keines-

wegs derart, dass sie dazu zwingen würden. Wenn wir die Resultate von Ganin[1]) und Witlaczil[2]), auf die selbst Heymons kein Gewicht legt, unberücksichtigt lassen, so sprechen vor Heymons nur Graber[3]) und Voeltzkow[4]) für eine ektodermale Abstammung des Mitteldarms. Was nun Graber's Angaben über die Musciden betrifft, so beruhen diese, wie ich nachweisen konnte, größtenteils auf schweren Irrtümern; ebenso stellte sich Voeltzkow's Ansicht betr. des Muscidendarms als irrig heraus. Wir dürfen deshalb auch annehmen, dass den Resultaten dieser beiden Autoren bei anderen Insekten (*Melolontha*, *Stenobothrus* etc.) ähnliche Irrtümer zu Grunde liegen; wenigstens sind wir berechtigt, denselben skeptisch gegenüberzustehen und in ihnen keinen strikten Beweis für das Fehlen eines Entoderms zu erblicken.

In neuerer Zeit, nach dem Erscheinen der Heymons'schen Arbeit, wurden allerdings noch einige Arbeiten publiziert, die für die ektodermale Entstehung des Mitteldarms eintreten: nämlich von E. Schwartze[5]) Lecaillon[6]), Rabito[7]) und P. Deegener[8]). Doch gilt für sie großenteils das oben über die Heymons'schen Untersuchungen Gesagte. Alle bleiben uns die Antwort schuldig, was aus den bipolaren verdickten Partien der unteren Schichte wird. Besonders bei den Lepidopteren scheinen diese nach den Schwartze'schen Abbildungen mächtig entwickelt zu sein und erinnern dadurch sehr an die Musciden. Lecaillon's Untersuchungen an Chrysomeliden stehen die Resultate W. M. Wheeler's über *Doryphora*, die ganz für meine Anschauung sprechen, gegenüber, und über den Wert von Deegener's Arbeit habe ich mich Eingangs schon ausgesprochen; einwandsfreie Bestätigungen der Heymons'schen Theorie liegen jedenfalls auch in den neueren Arbeiten nicht vor.

Was nun die übrigen insektenembryologischen Autoren betrifft, so nehmen diese alle übereinstimmend bei Insekten ein Entoderm an, und zwar lassen sie es, soweit sie nicht in den Dotterzellen das innere

1) Ganin, Ueber das Darmdrüsenblatt der Arthropoden. Warschauer Universitätsberichte, Bd. I, 1884.

2) Witlaczil, E., Entwicklungsgeschichte der Aphiden. Zeitschr. f. w. Zool., 1884, Bd. 40.

3) Graber, V., Vergleichende Studien über die Embryologie der Insekten und insbesondere der Musciden. Denkschrift Akad. Wiss. Wien, 1889.

4) Voeltzkow, A., Entwicklung im Ei von *Musca vomitoria*. Arb. Zool. Institut Würzburg, 1889, Bd. 9.

5) Schwartze, E., Zur Kenntnis der Darmentwicklung der Lepidopteren. Zeitschr. f. w. Zool., 1899, Bd. LXVI.

6) Lecaillon, Recherches sur l'oeuf et sur le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides. Paris 1898.

7) Rabito, Sull' origine dell' intestino medio nella Mantis religiosa. Natur. Sicil. Nuova serie, Bd. II. 1898.

8) l. c.

Blatt erblicken, bipolar entstehen, ganz ähnlich, wie ich es bei den Musciden fand. Heymons versucht zwar auch diese Angaben in seinem Sinne zu deuten und in sein Schema hineinzuzwängen; doch würde es nur eine Wiederholung des oben Gesagten bedeuten, wollte ich näher darauf eingehen und nachweisen, wie wenig berechtigt diese Auslegung ist. Außerdem habe ich ja oben schon einen Fall in dieser Hinsicht *(Chalicodoma)* erörtert.

Heymons geht aber noch weiter: er will nicht nur seine auf Grund der Studien an Orthopteren gebildete Anschauung auf alle pterygoten Insekten übertragen, sondern zieht auch die sich daraus ergebenden schwerwiegenden Konsequenzen für die Keimblätterlehre. Damit „dass der Körper der Insekten im ausgebildeten Zustande allein aus Ektoderm und Mesoderm besteht, ohne dass es möglich wäre, irgend einen Bestandteil mit dem Entoderm (dem primären inneren Blatte) anderer Arten zu homologisieren, dürfte schon die Unzulänglichkeit der Keimblättertheorie zur Genüge sich dokumentieren. Denn man wird unmöglich den beiden primären Blättern eine grundlegende Bedeutung ferner noch zuschreiben können, wenn es Metazoen giebt, welche sehr wohl ohne eines dieser beiden Blätter zu existieren vermögen" (l. c. p. 129). Da ich aber im vorhergehenden gezeigt habe, dass die Prämisse, von welcher Heymons ausgegangen, nicht zutreffend ist, so gilt dies natürlich auch für die Schlussfolgerung. Auch K. Heider[1]) hat sich schon vor einigen Jahren in seiner dankenswerten zusammenfassenden Uebersicht über die Keimblätterlehre gegen obigen Satz gewandt und die Ueberzeugung ausgesprochen, dass die vorliegenden Thatsachen aus der Insektenembryologie keineswegs zu dieser Auffassung zwingen, zumal doch Heymons bei *Lepisma*, einem sehr ursprünglichen Insekt, ein Entoderm nachgewiesen habe, ebenso er selbst bei *Hydrophilus*, Wheeler bei *Doryphora* u. s. w.; und da ferner „kaum anzunehmen sei, dass bei den verschiedenen Insektenformen der Mitteldarm in fundamental verschiedener Weise angelegt werde". Später auf der Zoologenversammlung in Graz hat K. Heider[2]) nochmals dieser Ueberzeugung Ausdruck gegeben und betont, dass die Embryologie der Insekten nicht mehr ein Material darstelle, das „in einem für die Keimblätterlehre ungünstigen Sinne zur Verwendung kommen könnte".

Aber abgesehen davon, selbst wenn wir keinen anderen Ausweg hätten und thatsächlich eine ektodermale Abstammung des Mitteldarms bei einigen Insekten anzunehmen gezwungen wären, so brauchten wir nicht gleich die Homologie der Keimblätter überhaupt zu leugnen und die Keimblätterlehre abzusetzen. Wir könnten in diesem Falle die Mitteldarmbildung als Regenerationserscheinung auffassen,

1) K. Heider, Ist die Keimblätterlehre erschüttert? Zool. Centralbl. 1897.
2) Verhandlg. d. Deutsch. zool. Ges., 1900, p. 134.

und Regeneration kümmert sich bekanntlich sehr wenig um embryonale Gesetze, sondern nimmt sich das notwendige Material von überall her, wo solches zu haben ist. Es treten ja auch bei anderen Tieren, wahrscheinlich infolge von Anpassung an stark veränderte äußere Verhältnisse, solche Erscheinungen in der Embryonalentwicklung auf, die wir nur als Regeneration verstehen können. Ich erinnere nur z. B. an die äußerst merkwürdige Entwicklung der Süßwasserpolycladen.

Betrachten wir nun die Heymons'schen Befunde an Dermapteren und Orthopteren von diesem Gesichtspunkt aus, so würden sie weiter nichts darstellen als interessante Kuriositäten oder Anormalitäten der Entwicklungsgeschichte, die hervorgerufen wurden durch ganz spezielle Anpassungen. Irgend welcher Wert für die Beurteilung allgemeiner Fragen würde diesen dann selbstverständlich nicht zukommen.

Wie oben dargelegt, brauchen wir aber gar nicht Zuflucht zur Regeneration zu nehmen, sondern wir kommen auch ohne Annahme einer solchen recht wohl aus.

Fassen wir nun die Resultate der bisherigen insektenembryologischen Forschung nochmals kurz zusammen, so ergiebt sich, dass die Keimblätterbildung der Insekten von derjenigen der übrigen Tiere keineswegs prinzipiell verschieden ist, sondern vielmehr ganz nach dem allgemein giltigen Schema verläuft. Die Differenzierung der beiden primären Keimblätter geschieht entweder durch Invagination oder durch Immigration. Verlieren die Entodermzellen ihren Zusammenhang und wandern von ihrer Ursprungsstelle weg in den Dotter, so entsteht der Mitteldarm durch Zusammentreten dieser „Dotterzellen" auf der Oberfläche des Dotters, ein Vorgang, wie er bei *Lepisma* und auch bei einigen pterygoten Insekten beobachtet wurde (Aphiden, Phryganiden). Bleiben dagegen die durch die Gastrulation an den beiden Polen gebildeten Entodermzellen in Zusammenhang, so entsteht die Mitteldarmwand durch Wucherung von den beiden Entodermkeimen her. Einzig und allein in dieser bipolaren Anlage des Entoderms ist eine Eigentümlichkeit der Insektenentwicklung zu erblicken. Diese lässt sich aber unschwer als eine spezielle Anpassung an die Form der Eier und Menge des Nahrungsdotters erklären.

Zum Schluss noch folgendes: Die äußeren Bedingungen, unter denen sich die Insekteneier entwickeln, sind bekanntlich enorm verschieden, so dass a priori auch nicht anzunehmen ist, dass die Entwicklung bei allen Insekten genau in gleicher Weise verlaufen sollte. Und wie die genannten äußeren Bedingungen bei niederen Insekten komplizierterer Art sein können als bei höheren, so trifft dies naturgemäß auch für die Entwicklung zu, die sich den äußeren Verhältnissen einigermaßen anzupassen hat. Wenn z. B. die einen Eier nur einige Stunden zur Entwicklung brauchen dürfen, anderen dagegen

mehrere Wochen zur Verfügung stehen, so wird dieser Unterschied sich auch irgendwie in der Art der Entwicklungsvorgänge äußern. Ganz Aehnliches haben wir auch bei den Crustaceen, bei denen ja die Entodermbildung ebenfalls nach verschiedenen Typen vor sich geht.

Es ist daher auch durchaus nicht unerklärlich, wenn bei den hochentwickelten Musciden scheinbar ursprünglichere Verhältnisse bezüglich der Entodermbildung obwalten als bei den niederstehenden Dermapteren und Orthopteren.

Ich glaubte, darauf zum Schluss noch hinweisen zu müssen, da man sicherlich gerade diesen Punkt als Argument gegen meine hier entwickelte Auffassung vom Insekten-Entoderm verwerten wird.

Strassburg i. Els., 14. Februar 1901. [49]

Zum planktonischen Vorkommen des Moschuspilzes.

Von **Dr. Otto Zacharias** (Plön).

In verschiedenen größeren und kleineren Seebecken der Umgebung von Plön habe ich die eigentümlich verzweigten Mycelien des Moschuspilzes (*Cucurbitaria aquaeductuum* Ludw.) als einen ziemlich häufigen Planktonbestandteil vorgefunden und dies seinerzeit durch eine kurze Notiz bekannt gemacht. Namentlich war das Vorkommen dieses Pilzes in den kälteren Monaten zu konstatieren. Es handelt sich dabei um starre, vorn spitz auslaufende Fäden, die auch septiert und gewöhnlich zu vieren in der Weise miteinander verbunden sind, dass sie je zu zweien divergierend von den beiden Enden eines Mittelstückes ausgehen, welches 40—50 μ lang ist und aus lauter zylindrischen Zellen besteht. An einem mir gerade vorliegenden Präparate sind diese 4 divergenten Fäden ungleich lang und besitzen die Maße von 208, 428, 560 und 590 μ. Die längsten, welche ich überhaupt angetroffen habe, gingen nicht über 640 μ hinaus. Gelegentlich findet man auch Mycelien, welche nur aus 3 solchen Fäden (Hyphen) bestehen, die wie Radien von einem Punkte ausstrahlen und Winkel von 120° miteinander bilden. Die vorher beschriebene Weise des Zusammenhanges kommt aber bei weitem häufiger vor. Offenbar liegt in der gespreizten Anordnung der Fäden dieser Mycelien eine gewisse Aehnlichkeit mit solchen Algen, welche Schwebborsten besitzen. Insbesondere erinnern die Moschuspilzmycelien in ihrem Gesamthabitus an die bekannte limnetische *Bacillariacee Attheya Zachariasi* Brun.

Ich habe diese auffälligen, schwebenden Mycelien schon seit einer Reihe von Jahren beobachtet und ihr Vorkommen im Plankton des Gr. und Kl. Plöner Sees konstatiert, wo sie namentlich in den Monaten November und Dezember angetroffen werden. Außerdem begegneten sie mir noch im Kleinen Madebröckensee und Kleinen Ugleisee, sowie im Schmark- und Schierensee. Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass sie sich auch noch in vielen anderen Seen (z. B. pommerschen, westpreußischen etc.) vorfinden werden, sobald die Aufmerksamkeit der Beobachter sich spezieller darauf richtet.

Es ist überraschend, dass der Moschuspilz, den man bisher vorwiegend an Mühlrädern, in Wasserleitungsröhren und in Springbrunnenbecken aufgefunden hat, sich in der oben beschriebenen Form auch als ein reguläres Mitglied des Süßwasserplanktons erweist. Prof. Ludwig (Greiz) hat ihn übrigens vor einigen Jahren (1898) auch in den Schleimflüssen von Lindenbäumen entdeckt und damit gleichfalls Zeugnis für seine weite Verbreitung geliefert. [65]

A propos des Polychètes d'eau douce, note rectificative

par le Dr. **Félix Mesnil**, Paris.

Le n° du 1er Mai 1901 du „Biologisches Centralblatt" contient (p. 270) une note du Dr. Józèf Nusbaum concernant les Polychètes d'eau douce. En post-scriptum, le Dr. Nusbaum fait mention de la publication que j'ai faite sur le même sujet dans les „Comptes rendus des séances de la Société de Biologie du 9 Mars 1901." Il cite la phrase suivante de ma note: „Les quatre genres que nous comparons sont probablement tous à sexes séparés." Cette affirmation, dit il, est sans fondement; et il cite les genres *Caobangia* (hermaphrodite d'après Giard) et *Manayunkia* (hermaphrodite d'après Leidy). Or la lecture des phrases de ma note qui précèdent et qui suivent celle citée par Nusbaum montre, clairement il me semble, que les 4 genres que je compare sont: *Dybowscella*, *Manayunkia*, *Haplobranchus* et *Fabricia*. Il ne s'agit donc nullement de *Caobangia* dont je regarde l'hermaphrodisme comme très-vraisemblable. Quant à *Manayunkia*, je fais remarquer que „ce que Leidy décrit comme un testicule me paraît être le rein thoracique"; l'hermaphrodisme de cette forme est donc tout à fait douteux. [70]

7. Mai 1901.

Die geehrten Herren Mitarbeiter unseres Blattes werden ersucht, Beiträge botanischen Inhalts an Herrn Professor Dr. Karl Goebel in München, Friedrichstr. 17, alle anderen an die Redaktion des Biologischen Centralblatts, Erlangen, Physiologisches Institut, einzuschicken. Zu den Manuskripten gehörige Figurenzeichnungen bitten wir auf besondern Blättern, hergestellt in einer Technik, welche sich zur Wiedergabe durch Autotypie eignet, beizulegen und auf dem Manuskript die Anzahl der Figuren zu vermerken.

Zuschriften betreffend Zusendung des Blattes, Tauschverkehr oder sonstige geschäftliche Angelegenheiten sind an die Verlagsbuchhandlung von Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16, zu richten.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Juli 1901.** **Nr. 14.**

Inhalt: **Oltmanns**, Ueber die Sexualität der Pilze. — **Eggeling**, Ueber die Schläfendrüse des Elephanten. — **Zacharias**, Berichte der Biologischen Süßwasserstation der Kaiserl. Naturforschergesellschaft zu St. Petersburg. — **Imhof**, Aus dem Bericht der 82. Jahresversammlung zu Thusis, Kt. Graubünden, der schweiz. naturforschenden Gesellschaft. — **Imhof**, *Ocelli Insectorum*. — **Imhof**, *Fauna Lacuum*.

Ueber die Sexualität der Pilze.

Von **Friedrich Oltmanns.**

Während für zahlreiche Algengruppen die Sexualität außer allen Zweifel gestellt ist, wird eine solche für ausgedehnte Gebiete des Pilzreiches — z. T. mit großer Energie — bestritten. In neuerer und neuester Zeit haben sich aber doch die Beobachtungen stetig gemehrt, welche einen Geschlechtsakt auch bei den Gruppen darthun, welchen er von verschiedenen Seiten abgesprochen wurde. Deshalb mögen jene Beobachtungen hier kurz zusammengefasst sein, selbst auf die Gefahr hin, dass für viele Fachgenossen nur längst Bekanntes gegeben wird.

Allgemein einig ist man wohl nur über die sexuelle Fortpflanzung der Phycomyceten. Für Peronosporeen ist der Uebertritt von Plasma aus dem Antheridienzweiglein (*a* Fig. 1 *A—C*) in das Oogon (*o*) durch de Bary direkt beobachtet und Wager hat z. B. für *Cystopus candidus* (Fig. 1 *F*) die Vereinigung von Spermakern und Eikern dargethan. Er zeigte bekanntlich auch, dass die junge Oogonanlage zwar zahlreiche Kerne enthalte, dass aber diese alle bis auf einen (Fig 1 *F*) vor der Befruchtung aus dem Ei in das Periplasma geschafft werden. Von besonderem Interesse aber ist die durch Stevens gemachte Beobachtung, wonach bei dem sehr nahe verwandten *Albugo* (*Cystopus*) *Bliti* (Fig. 1 *D, E*) das Ei nicht einen, sondern zahlreiche Kerne dauernd enthält, welche mit ebenso vielen Spermakernen verschmelzen. Stevens spricht von einer „Compound Oosphere", die nach der Befruchtung nur eine Oospore liefert. Diese keimt unter Bildung von Zoosporen, deren jede nur einen Kern enthalten dürfte. Das zu betonen und nochmals experimentell zu

prüfen, ist vielleicht nicht unwichtig; denn es entsteht hier naturgemäß die Frage, ob die aus der Eizelle hervorgehenden Individuen von einer ein- oder mehrkernigen Zelle ihren Ursprung nehmen. Für die Vererbungslehre wäre es nicht ganz irrelevant, wenn mehrere befruchtete Eikerne in ein einziges Individuum hineingelangten.

„Compound Gametes" besitzen vielleicht auch die Mucorinen. Nach den leider noch unvollständigen Untersuchungen Gruber's an *Sporodinia grandis* wird bei der Verschmelzung der großen Gameten ein Periplasma mit zahlreichen Kernen gebildet, doch wurden auch im Centrum

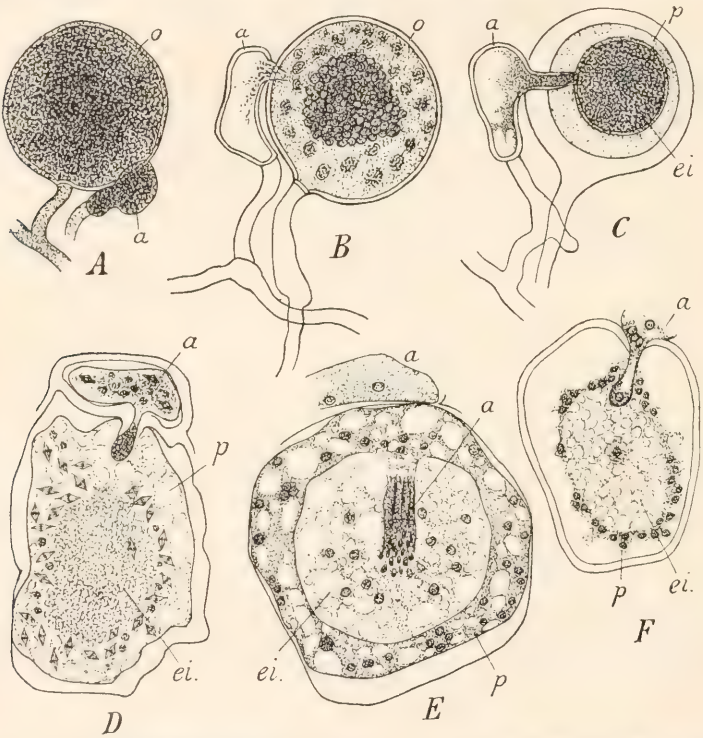


Fig. 1. *A B C Pythium gracile* n. de Bary; *D E Cystopus Bliti* n. Stevens; *F Cystopus candidus* n. Wager; *o* Oogonium; *a* Antheridium; *ei* Eizelle; *p* Periplasma.

noch stets zahlreiche Kerne gefunden. Danach blieb es unsicher, ob die eigentliche Befruchtung sich nach dem Schema des *Cystopus Bliti* oder des *Cystopus candidus* abspiele. Jedenfalls sind Léger's Angaben über diesen Gegenstand nicht zutreffend.

Bei *Cystopus* sowohl (Fig. 1 *D*) als auch bei den von Trow untersuchten Saprolegnien sind die Eikerne das Produkt einer indirekten Teilung; ob das eine Reduktionsteilung sei, ist indes nicht ganz sicher.

Während die Peronosporeen immer nur ein Ei im Oogon bilden, besitzen die Saprolegnien, wie bekannt, deren zahlreiche. Trow wies

für einige Species das Vordringen von Antheridialschläuchen zu jedem Ei und die Entleerung eines Kernes in diese nach. Andere Arten freilich sind völlig apogam, wie man seit de Bary's trefflichen Untersuchungen über diese Gruppe weiß.

Eine ausgeprägte Sexualität hat auch Eidam's *Basidiobolus Ranarum*, der zu den Entomopthoreen gezählt wird. Zwei benachbarte Zellen eines Fadens vereinigen sich zur Zygote, nachdem sie vorher — richtungskörperähnlich — je ein Zellchen seitlich abgeschieden haben.

Möglicherweise, aber durchaus nicht sicher, reiht sich hieran Lagerheim's *Dipodascus*. Vom gegliederten Mycel erheben sich aus benachbarten Zellen kurze Seitenäste, welche keulenförmig anschwellend, an ihrer Spitze verschmelzen. In dem Kopulationsprodukt, das schlauchförmig auswächst, entstehen zahlreiche Sporen.

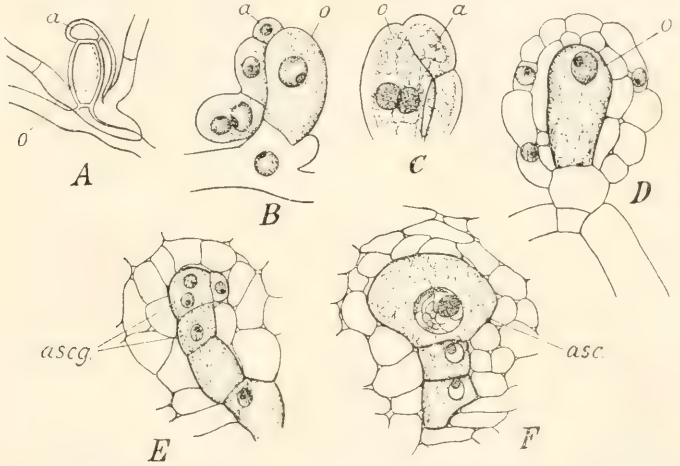


Fig. 2. *Podosphaera (Erysiphe) Castagnei* (*A* n. de Bary, *B—F* n. Harper); *o* Oogonium; *a* Antheridium; *asc.* junger Ascus; *ascg.* Ascogene Zellen.

Eidam's *Eremascus* ist ganz ähnlich, nur entstehen in dem Schlauch 8 Sporen.

Man wird eventuell *Dipodascus* und *Eremascus* schon zu den Ascomyceten zählen dürfen, doch ist es für unsere Erörterungen bedeutungslos, wie man die einzelnen Formen gruppiert.

Einer der einfachsten, zweifellosen Ascomyceten ist *Erysiphe*. Die auf höheren Pflanzen größtenteils oberflächlich wachsenden Hyphen bilden bekanntlich an den Stellen, wo zwei solcher Fäden sich kreuzen, ein einfaches aufrechtes Oogonium (Fig. 2 *A*, *o*), an welches sich, wie schon de Bary zeigte, ein Antheridienzweiglein (*a*) anlegt. Harper's Verdienst ist es, erwiesen zu haben, dass diese Organe nicht bloß Sexualorgane imitieren, sondern thatsächlich als solche funktionieren; denn er zeigte durch sorgfältige Beobachtungen unter Zuhilfenahme der modernen Technik, dass der Kern des Antheridiums thatsächlich

in das Oogon einwandert (Fig. 2 *B, C*) und mit dem Eikern verschmilzt. Aus dem befruchteten Oogon (Fig. 2 *D*) geht dann ein wenigzelliger ascogener Faden (Fig. 2 *E*) hervor und eine der Fadenzellen bildet den einzigen hier vorhandenen Ascus (Fig. 2 *F*) mit seinen 8 Sporen. Bemerkenswert ist es, dass die Ascus-Mutterzelle (Fig. 2 *E*) zeitweilig zwei Kerne enthält, welche aber späterhin wieder miteinander verschmelzen.

Dangeard hat Harper's Resultate bezüglich der Kernverschmelzung im Oogon angezweifelt. Er fand die Antheridien häufig leer

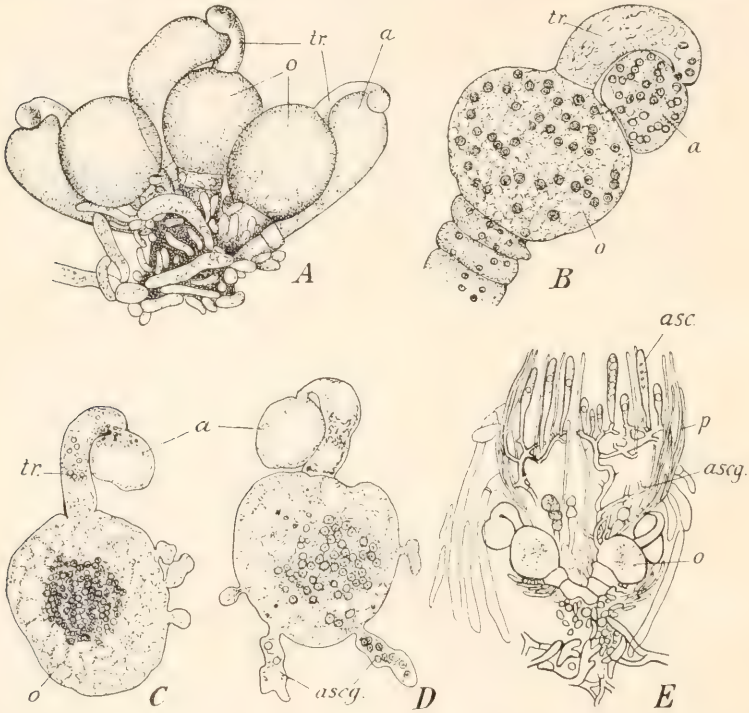


Fig. 3. *Pyronema confluens* n. Harper; *A* Sexualorgane von außen; *B—E* Schnitte; *o* Oogonium; *a* Antheridium; *tr.* Trichogyne; *asc.* Asci; *ascg.* Ascogene Hyphen.

und hält sie für funktionslos. Der französische Forscher benutzte die „guten alten" Zupfpräparate, die nach der Meinung mancher Leute „allein etwas beweisen". Schnitte kamen nicht in Anwendung. Und doch wäre es auch hier unerlässlich gewesen, den Autor mit seinen eigenen Waffen zu bekämpfen. Nahm Dangard dann noch andere Methoden hinzu, so war das natürlich kein Schaden.

Wager und später Harper selbst haben denn auch schon darauf hingewiesen, dass Dangeard's Angaben keinen ausreichenden Gegenbeweis liefern — und darin wird ihm jeder zustimmen, der die Mikro-

technik kennt. Dangeard's Beobachtungen und Angaben sind durchaus nicht lückenlos und Einzelheiten weisen direkt darauf hin, dass auch er mindestens vereinzelt zwei Kerne im Oogonium fand. Ob die leeren Antheridien normal entleert waren oder ob gelegentlich in dieser Gruppe Parthenogenesis einsetzt, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Durch die zweifellos sehr sorgfältigen und eingehenden letzten Untersuchungen Harper's ist dann die Aufmerksamkeit von neuem auf das altbekannte *Pyronema confluens* (Fig. 3) gelenkt worden, das schon de Bary und Kihlman studierten. Das Objekt galt schon lange als Prüfstein für die differierenden Auffassungen — mancher Botaniker wird inzwischen nach dem nicht überall häufigen Pilz gesucht haben. Neben dem fast kugeligen Oogonium (*o*) steht ein keulenförmiges Antheridium (*a*). Das Oogon sendet einen Fortsatz (Trichogyne *tr.*) gegen die Spitze des Antheridiums. Mit diesem wird eine offene Verbindung hergestellt; auch eine Wand, welche zeitweilig die Trichogyne von dem Oogon

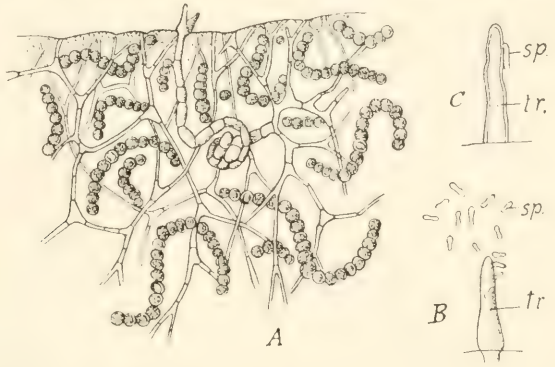


Fig. 4. Trichogyne von *Collema* nach Stahl; *tr.* Trichogyne; *aseg.* Ascogene Hyphen; *sp.* Spermatium.

trennte, wird wieder aufgelöst und nun wandert durch den hergestellten Kanal Substanz aus dem Antheridium in das Oogonium. Das Oogon enthält zahlreiche Kerne, das Antheridium entsendet ebenfalls viele solche und das Resultat ist eine paarweise Verschmelzung (Stufe der Fig. 3 *C*) — ganz ähnlich wie bei *Albugo Bliti*. Nach Beendigung der Verschmelzungen treibt das Oogonium zahlreiche, sich stark verzweigende ascogene Hyphen (*aseg.*), in welchen z. T. die befruchteten Kerne einwandern. Die Asci entstehen an diesen aus einer Zelle, welche erst einen Kern besitzt, darauf deren zwei durch Teilung bildet und diese, wie bei *Erysiphe*, wiederum verschmelzen lässt, ehe die Sporenbildung in Angriff genommen wird.

Bei manchen anderen Ascomyceten ist ein Oogon bislang nicht gefunden, dagegen stets ascogene Hyphen und überall, wo danach gesucht wurde, auch die Fusionierung von Kernen in der Ascus-Mutterzelle. Was dieselbe zu bedeuten habe, ist freilich unsicher. Dangeard

möchte diesen Prozess zu einem Sexualakt stempeln, zu einer „inneren" Befruchtung. Allein der Sexualakt liegt doch ganz unverkennbar im Oogonium, dort haben wir alle Merkmale, welche denselben auch bei höheren Pflanzen kennzeichnen, und einen zweiten Geschlechtsprozess an derselben Pflanze anzunehmen, dagegen werden sich die meisten mit Recht sträuben. Es sind ja auch vegetative Kernverschmelzungen in verschiedenen Gruppen des Pflanzenreiches hinreichend bekannt, z. B. wird kaum jemand die Vereinigung von Kernen im Endospermgewebe von *Corydalis*, welche Tischler erst neuerdings wieder beschrieb, als einen Sexualakt ansprechen.

Damit ist natürlich nicht gesagt, dass diese Dinge bedeutungslos seien, sie geben uns eventuell auch bei weiteren Untersuchungen ein Mittel an die Hand, um neue Homologien klar zu stellen.

Noch eine andere Gruppe von Pilzen muss hervorgehoben werden, nämlich diejenige mit florideenähnlicher Trichogyne.

Man knüpft wohl am besten an die Stahl'schen Flechtenuntersuchungen an. Dieser Autor fand bekanntlich bei der Flechte *Collema* (Fig. 4) Trichogyne, welche über die Oberfläche des Thallus mit der Spitze hervorragen, er sah auch Spermatien — gebildet aus den Spermogonien — an der Trichogynspitze (Fig. 4, *B* u. *C*) hängen, fest mit ihr vereinigt. Eine Befruchtung war danach wahrscheinlich, aber sie ist von Stahl nicht direkt beobachtet. Vollständig geglückt ist auch das Baur nicht, er konnte aber doch nachweisen, dass die Spermatien in offene Verbindung mit der Trichogynspitze treten und ferner zeigen, dass in der Trichogyne selber die trennenden Querwände zeitweilig aufgelöst werden oder doch mit großen, gangbaren Oeffnungen versehen sind. Die Uebertragung von Kernsubstanz aus den Spermatien ist dadurch um so mehr wahrscheinlich geworden, als Baur nur diejenigen Trichogynen weiter entwickelt sah, welche mit Spermatien in Berührung waren. Immerhin stehen diesen Befunden andere Thatsachen gegenüber, welche wenigstens zeitweilig Bedenken erregen mussten. Alfr. Möller hat nämlich die Keimung von Spermatien bei Flechten, Brefeld solche bei zahlreichen anderen Pilzen festgestellt. Damit ist diese Frage indes nicht erledigt, denn einerseits ist die parthenogenetische Keimung der Spermatien keineswegs ausgeschlossen, — man vergleiche nur die Vorgänge bei *Ectocarpus* — und andererseits wäre es möglich, dass an den fraglichen Pilzen reproduktive Organe vorkommen, welche den Spermatien zwar ähnlich sehen, aber doch ganz anders als diese funktionieren. So sprechen auch diese Befunde Brefeld's und Möller's nicht unbedingt gegen eine Befruchtung von Trichogynen bei Pilzen.

Ziemlich zweifellos aber ist die Befruchtung des Trichogynen-Apparates bei den Laboulbenien, welche wir durch Thaxter's treffliche Untersuchungen recht gut kennen lernten. Die Asci entwickeln sich erst weiter, nachdem die Trichogyne mit Spermatien in Berührung

gekommen ist, die karyologischen Details freilich sind auch hier noch unbekannt.

Für diese letzte Gruppe fällt auch die seltsame Deutung fort, welche Lindau der Trichogyne der Ascomyceten gegeben. Danach wäre dieselbe eine Bohrhyphe (Terebrator), dazu bestimmt, den jungen Fruchtanlagen den Weg aus dem Innern heraus ins Freie zu bahnen. Ob Lindau wohl die mechanischen Fähigkeiten dieser dünnwandigen Zellen genauer studiert hat?

Ueber die Sexualität der Uredineen, der Basidiomyceten u. s. w. ist irgend etwas sicheres im positiven Sinne nicht bekannt. So oft man auch gesucht, bislang ist nicht nachzuweisen gewesen, dass die Spermogonien der Uredineen sexuelle Eigenschaften haben und die wenigsten Botaniker werden sich zu überzeugen vermögen, dass die an sich höchst interessanten Verschmelzungen von 2 Kernen in den Basidien einen Geschlechtsakt darstellen.

Die skizzierten neueren Untersuchungen bestätigen vollauf das, was de Bary schon vor langen Jahren über die Sexualität der Pilze gelehrt. Wenn ihm auch die mikroskopische Technik seiner Zeit das Eindringen in die inneren Prozesse, welche wir oben behandelten, versagte, so hatte er doch mit richtigem Blick die Sexualorgane speziell der Ascomyceten aus der Vergleichung mit anderen Pilzen, mit Algen etc. erschlossen. Er war sich aber auch völlig klar darüber, dass diese Organe nicht überall und noch heute als solche funktionieren, er schied deshalb absolut scharf die morphologische Bedeutung und die physiologische Funktion. Wenn auch die letztere nicht überall mehr vorhanden oder vorläufig nicht nachweisbar ist, so giebt die Form der Ascogone doch die Möglichkeit, Aehnlichkeiten zu finden und daraus Verwandtschaften zu erschließen. So knüpfte de Bary dann die Ascomyceten durch *Erysiphe* resp. *Eremascus* an die Phycomyceten an und suchte von den ersteren zu Uredineen, Basidiomyceten etc. zu gelangen. Hefen, *Exoascus*, *Endomyces* waren für ihn Formen, welche mutmaßlich nicht bloß ihre Sexualität, sondern auch ihre Sexualorgane eingebüßt haben, also weitgehend reduziert sind.

Man kann heute billig fragen, ob es unerlässlich für alle Ascomyceten sei, die Wurzel dort zu suchen, wo de Bary glaubte anknüpfen zu müssen; man kann fragen, ob nicht vielfache und nähere Beziehungen zu den Florideen, grünen Algen u. s. w. gegeben seien; man kann schließlich diskutieren, ob *Saccharomyces*, *Endomyces* u. s. w. wirkliche Ascomyceten sind, die Grundlagen der alten Auffassung werden dadurch nicht erschüttert, nämlich die Anerkennung der Asci und Ascosporen als Gebilde, welche von Sexualorganen (befruchtet oder unbefruchtet) ihren Ursprung nehmen.

Es wäre fast wunderbar gewesen, wenn den Anschauungen de Bary's und seiner Schüler keine Opposition erwachsen wäre und

thatsächlich haben Brefeld sowie seine Schule sehr bald einen völlig anderen Standpunkt eingenommen. Speziell Brefeld selbst hat mit einer polternd-absprechenden Kritik nicht hinter dem Berge gehalten und in der Form leider recht häufig die Grenzen überschritten, welche einer wissenschaftlichen Diskussion in den Augen der meisten Forscher gesetzt sind.

Brefeld's Einwände beziehen sich zunächst auf die vermeintlichen Spermatien und deren Keimung. Wir erwähnten aber schon oben, dass auch eine Keimung solcher Gebilde sich mit den dort vorgetragenen Auffassungen sehr wohl vereinigen lasse.

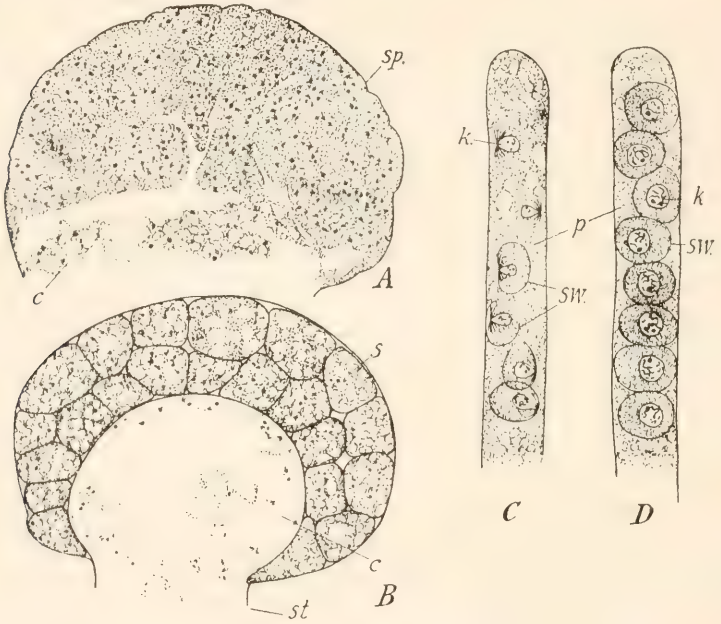


Fig. 5. *A B* Längsschnitt durch junge Sporangien von *Pilobolus*; *C D* Asci von *Lachnea* n. Harper; *sp.* Sporangium; *st.* Stiel; *c* Columella; *s* Vorläufer der Sporen; *k* Kern; *sw* Sporenwandung; *p* Epiplasma.

Die Vereinigung von Antheridium und Oogon bei *Erysiphe* etc. betrachtet Brefeld als eine Schnallenbildung, wie sie so häufig am Mycel der verschiedensten Pilze wahrgenommen wird. Der Vergleich war vielleicht möglich, solange man die Kernverhältnisse nicht kannte, heute aber weiß man, dass es sich bei der Schnallenbildung um eine Zellfusion ohne Kernverschmelzung handle und damit ist auch dieser Einwand durchaus hinfällig geworden.

Weitere Einwände von irgend welcher Bedeutung findet man bei Brefeld gegen de Bary's Angaben nicht. Seine eigenen Untersuchungen befassen sich mit de Bary's positiven experimentellen Be-

funden eigentlich garnicht. Letztere sind von Brefeld's Seite fast niemals nachgeprüft und auch dort, wo z. B. die Spermatienkeimung behandelt wird, vermisst man Beobachtungen an den Trichogynen. Man hat den Eindruck, als ob der Autor diese kaum angesehen habe.

Das aber, was Brefeld selber experimentell an den Pilzen festgestellt hat, widerspricht in keinem einzigen Fall den Theorien de Bary's; die von ihm beobachteten Thatsachen — zweifellos korrekt und sauber bearbeitet — fügen sich sehr wohl dem Rahmen der fremden Auffassung ein.

Die Gründe der Ablehnung de Bary'scher Anschauungen liegen bei Brefeld denn auch namentlich in dem Wunsch, sein Pilzsystem zu verteidigen, welches darauf ausgeht, sowohl die Basidien als auch die Asci auf die Sporangien der Phycomyceten zurückzuführen, also auf völlig ungeschlechtliche Organe. Auf Grund von Veränderungen, welche er experimentell an solchen Gebilden hervorrief, kommt er zu dem Schluss, dass der Ascus ein Sporangium sei, in welchem die Zahl der Sporen konstant wurde. Das Resultat ergiebt sich ihm aus Vergleichungen, wirkliche Uebergänge in der Kultur sind nirgends nachgewiesen worden.

Solche Vergleichungen aber können nicht ins Gewicht fallen gegenüber den oben vorgetragenen Resultaten direkter Beobachtung, welche für meine und vieler anderer Botaniker Auffassung das System Brefeld's, das eine innere Berechtigung nie besaß, vollends zu Fall gebracht haben.

Zum Ueberfluss hat Harper noch die Vorgänge studiert, welche sich bei der Sporenbildung in den Sporangien der Mucorinen und in den Asci der Ascomyceten innerhalb des Protoplasmas abspielen. Die Entwicklungsprozesse verlaufen in beiden Fällen radikal verschieden. Bei den Mucorinen (*Sporodinia*, *Pilobolus*) (Fig. 5 *A*) wird die vielkernige Plasmamasse successive zerteilt und zerklüftet; so entstehen bei *Pilobolus* zuerst größere Ballen (Fig 5 *B*) von ziemlich regelmäßiger Form, welche dann noch weiter zerschnitten werden. Alles im Sporangium vorhandene Plasma wird für die Sporenbildung aufgebraucht.

Ganz anders die Ascomyceten. Im *Ascus* entstehen durch successive Mitose 8 Kerne mit Polstrahlung an der einen Seite (Fig. 5 *C*). Von dem Centrum der Polstrahlung ausgehend, bildet sich langsam eine Plasmalamelle, welche anfangs offen, später dem Pol gegenüber zusammenschließt und damit den Kern nebst einem Teil des Plasmas abgrenzt (Fig. 5 *D*). Die Plasmalamelle wird später zur Zellmembran; damit sind dann die Sporen mit ihrem Kern gegeben und es ist völlig klar, dass im Gegensatz zu den Mucorinen hier ein Teil des Ascusplasmas als Epiplasma von der Sporenbildung ausgeschlossen wird.

Trotz dieser klaren Befunde, welche den scharfen Differenzen in der Entwicklung von Sporangium und Ascus darthun, wird Brefeld's System wohl in den Lehrbüchern noch eine Zeit lang sein Wesen treiben; in sie wurde es aufgenommen, weil es das „neuere" und auch vielleicht das einfachere ist. Die Andeutungen, dass es verschwinde, sind aber schon gegeben, denn in einem der verbreitetsten Lehrbücher figuriert zwar noch der Ascus an einer Stelle (in der Ueberschrift des Kapitels) als ein ungeschlechtliches Sporangium, an einer anderen aber schlüpfte schon Harper's sexuell erzeugter Ascus als unbestrittene Thatsache in eine der Unterabteilungen ein.

Die Pilzforschung steht momentan wieder an einem Wendepunkt. Brefeld's Meinung ist unhaltbar geworden; de Bary's System bedarf der Ergänzung. Hoffen wir, dass bald wieder etwas Ganzes erstehe, — in einem Guss gegossen! [53]

Litteraturverzeichnis.

Baur, E., Zur Frage nach der Sexualität der Collemaceen. Ber. d. d. bot. Ges., 1898. **16**, 363.

Brefeld, O., Unters. aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. 9. Heft. Die *Hemiasci* und die Ascomyceten.

de Bary, A., Vergl. Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig, 1884.

Dangeard, La reproduction sexuelle des *Ascomycètes*. Le Botaniste 1894/95 4. Ders., La reprod. sex. dans le Sphaerotheca Castagnei, daselbst.

Davis, Bradley Moore. The fertilisation of *Albugo candida*. Bot. Gaz., 1900. **29**, 297.

Eidam, E., Beitrag zur Kenntnis der Gymnoasceen. Cohn's Beiträge z. Biol. d. Pfl, 1883. **3**, 267.

Fairchild, D. G., Ueb. Kernteilung u. Befruchtung bei *Basidiobolus ranarum*. Pringsh. Jahrb., 1877. **30**.

Gruber, E., Ueber die Kopulation bei *Sporodinia grandis*. Ber. d. d. bot. Ges., 1901. Heft 2.

Harper, R. A., Die Entwicklung des Perithecium bei *Sphaerotheca Castagnei*. Ber. d. D. bot. Ges., 1896, S. 473.

Harper, R. A., Cell-Division in Sporangia and Asci. Ann. of Bot. **13**, 467.

Harper, R. A., Sexual Reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. Ann. of Bot., 1900. **14**, 321.

Kihlman, Osw., Zur Entwicklungsgesch. d. Ascomyceten. Helsingfors, 1883.

Lagerheim, G. v., *Dipodascus albidus*, Pringsh. Jahrb., 1892. **24**, 3.

Stahl, Beitrag z. Entwicklungsgesch. der Flechten. Leipzig, 1877.

Stevens, The compound oosphere of *Albuga Bliti*. Bot. Gaz., 1899, **28**, 149.

Tavel, Fr. v., Vergl. Morphologie der Pilze. Jena, 1892.

Thaxter, R., Contribution toward a monograph of the Laboulbeniaceae, 1895.

Tischler, G., Unters. über die Entw. des Endosperms etc. von *Corydalis cava*. Heidelberg, 1900.

Trow, A. H., Karyology of *Saprolegnia*. Ann. of Bot., 1895. **11**, 610.

Wager, H., Sexuality of the Fungi. Ann. of Bot., 1899. **13**, 575.

Wager, H., On the structure and reproduction of *Cystopus candidus* Liv. Ann. of Bot., 1896. **10**, 294.

Ueber die Schläfendrüse des Elephanten.

Von **Dr. med. H. Eggeling,**
Privatdocent und erster Assistent am anatom. Inst. der Universität Straßburg i/E.

Gegenbaur schließt den Abschnitt über die Hautdrüsen der Wirbeltiere in seiner Vergleichenden Anatomie (p. 120) mit folgenden Worten: „Da die Haut der Säugetiere bezüglich des Drüsenapparates im ganzen noch wenig durchforscht ist, besonders hinsichtlich der Verbreitung derselben an verschiedenen Lokalitäten, so dürfte hier noch ein reiches Feld zu finden sein.“ Diese Bemerkung regt um so mehr an, keine Gelegenheit zu weiteren Untersuchungen in dieser Richtung ungenutzt vorübergehen zu lassen, als auch aus anderen als kasuistischen Gründen ein möglichst vollständiger Ausbau unserer Kenntnisse von den Hautdrüsen von besonderem Interesse ist. Ein volles Verständnis für die morphologische Bedeutung der Hautdrüsen und, darauf gegründet, eine rationelle Einteilung derselben ist nur zu erzielen durch eine möglichst umfassende Durcharbeitung des Thatsachenmaterials. Von diesem Gesichtspunkt aus war es mir sehr willkommen, dass ich vor kurzem Gelegenheit hatte, nähere Beobachtungen über das Verhalten der Schläfendrüse des Elephanten machen zu können. Gegenbaur führt nämlich diese glandula temporalis mit einer Anzahl anderer Hautdrüsen zusammen auf, deren gemeinsames Charakteristikum ist, dass ihre Beziehung auf eine der beiden Hauptformen von Hautdrüsen, Schweißdrüsen und Talgdrüsen, noch der Klarstellung bedarf. Dank dem sehr freundlichen Entgegenkommen von Herrn Professor Dr. L. Döderlein konnte ich der Sektion eines in einer hiesigen Menagerie an Darmerkrankung eingegangenen Elephanten beiwohnen und mir das erforderliche Material selbst entnehmen, für dessen gütige Ueberlassung ich Herrn Professor Döderlein hier wiederholten aufrichtigen Dank sagen möchte.

Angaben über das gröbere anatomische Verhalten und die funktionelle Bedeutung der Schläfendrüse finden sich reichlicher in der alten und älteren Litteratur, während neuere Arbeiten nur kurz über dieselbe hinweggehen.

Die älteste Erwähnung derselben finde ich bei Strabon (60 v. Chr. — 20 n. Chr. Lib. XV, Kap. I, § 43. 1031 p. 212, 213). Dieser giebt an, dass sich aus einer kleinen Oeffnung in der Schläfengegend beim männlichen Tier zur Zeit der Brunst eine fettige Flüssigkeit entleert, während eine entsprechende Oeffnung beim Weibchen sich öffnet. Anders lautet eine Mitteilung von Flavius Arrianos (ca. 35 — ca. 180 n. Chr. Kap. 14 p. 652). Nach seinen Beobachtungen nämlich findet die Begattung des Elephanten statt, sobald das Weibchen aus den an den Schläfen angebrachten Oeffnungen schwitzt. Offenbar sind die Angaben von Strabon und Arrianos nicht ganz originell, sondern zurückzuführen auf frühere. So war jedenfalls in Indien schon längst

der Ausfluss aus den Schläfenöffnungen des Elephanten bekannt und dessen Beziehung zum Geschlechtsleben angenommen worden[1]). Auf das wahrscheinliche Vorhandensein einer älteren Quelle weist auch Camus (p. 300) hin.

Die erste und bisher zutreffendste anatomische Schilderung der Drüse rührt her von Perrault (734, Taf. 22 p. 138). Er beschreibt, dass die jederseits am Kopfe zwischen Auge und Ohr gelegene Oeffnung das Ende eines Ausführganges darstellt, der von einer unmittelbar unter der Haut gelegenen großen Drüse kommt. Diese wird als eine konglomierte bezeichnet, von 6 Zoll Durchmesser. In ihrer Substanz findet sich eine große Anzahl von Gefäßen. Der Ausführgang, der sich etwa einen Zoll weit in die Drüse einsenkte, besaß etwa die Dicke eines kleinen Fingers und war in seinem Innern ungleichmäßig gestaltet durch eine große Zahl kleiner schwarzer harter Erhebungen, die etwa zwei Linien hoch sind und spitz endigen. Am Grunde des Ausführganges sah man 4—5 runde Löcher, welche die Oeffnungen der kleinen Kanälchen darstellten, durch welche das Drüsensekret in den Ausführgang gelangte. Buffon (786 p. 296; 800 p. 188, 258, 259) bringt den ersten eingehenden Bericht über die Kopulation beim Elephanten von einem Augenzeugen Marcel Bles seigneur de Moërgestel. Dieser beobachtete, dass beim männlichen Tier schon einige Tage vor Eintritt der Brunst und weiter während derselben aus einer kleinen Spalte zu beiden Seiten des Kopfes, die wie eine Abschürfung aussieht, eine rötliche, ölige Flüssigkeit austritt. Nach der Brunst schließen sich diese Spalten wieder. Bald darauf bestreitet ein englischer Reisender und Forscher Corse (799 p. 47) die Richtigkeit der Kombination, dass der Ausfluss aus den Temporalöffnungen und die Brunst in irgend welchen Beziehungen zu einander stehen. Er hat nur gefunden, dass der Elephant zur Zeit des Ausflusses ein mattes, träges Aussehen hat und offenbar doch reizbar ist, da es dann gefährlich sei für Fremde, ihm zu nahen. Decken soll er aber um diese Zeit nicht, wie denn überhaupt das Bestehen einer bestimmten Brunstzeit von Corse abgestritten wird, dem offenbar sehr reichliche Erfahrungen zu Gebote stehen. Nicht ganz übereinstimmend lautet eine Beobachtung von Vogt (801 p. 819), die an einem gefangenen Elephanten in Paris angestellt wurde und folgendes angiebt: „Seitdem die Elephanten in

1) Vergl. Arrian, p. 652, Anmerkung des Uebersetzers (Dörner): „Diese wie Wilson es rügt, von Buffon und Shaw übersehene, von Cuvier jedoch nicht unbeachtet gebliebene Erscheinung ist in Indien von jeher so bekannt gewesen, dass namentlich das indische Drama reich ist an Anspielungen auf dieselbe. Man vergleiche nur Theat. d. Hindu Th. I S. 96 u. 136 Die Dichter nennen diesen Saft (mada) einen Thau, an dem sich die Bienen sammeln und Friedr. Rückert in seiner künstlichen Uebersetzung des Nalus nennt ihn den „träufelnden Brunstschleim". Vergl. Schlegel, J. B. T. I S. 166 und Bohlen, P. von, Das alte Indien, Königsberg, 1830 S. 40".

Frankreich angekommen waren, hatte der männliche in der Gegend der Schläfe auf beiden Seiten durch eine natürliche Oeffnung einen periodischen Ausfluss von einer klebrigen Flüssigkeit, welche ihm ununterbrochen auf die Wangen herabfiel. Im Vaterlande dieser Tiere zeigt sich diese Erscheinung bei allen Individuen, sobald sie ein gewisses Alter erreicht haben. Während dieses Ausflusses, der ungefähr alle zwei Monate wieder kam, war das Tier zornig, fraß wenig und schien krank zu sein. Vor ungefähr zwei Jahren bemerkte man, dass dieses Männchen sehr oft mittelst einer besonderen Bewegung seiner Keulen eine ganz übermäßige Ausleerung der Samenfeuchtigkeit bewirkte. Man hatte sich vergeblich bemüht, diese Bewegung aufzuhalten; nach einigen Tagen hatte der Ausfluss aus den Schläfen sehr zugenommen und der Samenfluss war auch weit beträchtlicher als bisher. Am 16. Nivôse aß der Elephant früh morgens nicht —. Als man ihm Wasser gegeben hatte, genoss er einen Teil desselben und bediente sich des Uebrigen, um die Oeffnungen in seinen Schläfen auszuwaschen, wo er mehr Unbehaglichkeit und Schmerz als gewöhnlich zu empfinden schien." Am anderen Morgen war er tot.

Eine weitere anatomische Schilderung und topographische Abbildungen verdanken wir Camper (802 p. 44, Taf. X u. XI). Er giebt an, dass es außerordentlich schwer ist, bei ganz jungen Individuen die kleinen Oeffnungen an den Schläfen aufzufinden, da sie tief verborgen liegen in den Furchen der Haut. Ihr Durchmesser beträgt nicht mehr als eine Linie und sie wären vielleicht der Beobachtung entgangen, wenn nicht beim Abziehen der Haut des Kopfes der Ausführgang und die Drüse zum Vorschein gekommen wären. Die Mündung findet sich sowohl bei männlichen wie bei weiblichen Tieren, doch scheint bei letzteren die Drüse weniger zu secernieren und andauernder in Ruhe zu sein. Cuvier (810 p. 657) beschreibt die glandula temporalis als eine schwammige, rötliche Masse. „Die klebrige und übelriechende Feuchtigkeit, welche sie absondert, fließt durch einen Kanal ab, der schief von vorn nach hinten verläuft und sich mit einer engen, in der Mitte zwischen dem Ohr und dem Auge befindlichen Oeffnung nach außen endigt. Nach dem Tode hat diese Substanz die Konsistenz des Ohrenschmalzes. Immer tritt sie in reichlicher Menge aus dieser Oeffnung, so oft die Männchen in Brunst geraten. Bei den Weibchen scheint ihre Absonderung weit unbeträchtlicher zu sein." Johannes Müller (830 p. 40, § 6) bespricht die Temporaldrüse auf Grund der Litteraturangaben ohne eigene Untersuchungen und betont, wie notwendig solche seien. Nach Schreber und Wagner (835 p. 226, 235, 251) findet sich die Drüsenöffnung bei beiden Geschlechtern zwischen Auge und Ohr. Sie schließen sich der Auffassung an, dass der Ausfluss einer schmierigen Flüssigkeit aus der Mündung kein Zeichen der Brunst sei und während der Begattung

keine stärkere Sekretion aus den Temporaldrüsen erfolge. Auf Druck soll sich aus der Oeffnung eine reichliche, weiße, talgartige Sekretmasse entleeren, an welcher ein charakteristischer Geruch nicht wahrnehmbar sei. Eine weitere anatomische Eigentümlichkeit der Schläfendrüse, die nirgends eine Nachuntersuchung und nähere Beachtung erfahren hat, wird von Carus und Otto (843 p. 18) beschrieben und abgebildet. Taf. VIII Fig. 3 „giebt in natürlicher Größe die Abbildung eines bisher unbeschriebenen Wundernetzes vom asiatischen Elephanten. — So mangelhaft auch das Präparat ist, so dürfte es doch wegen der Größe und der vielfachen Durchflechtung seiner Gefäßäste nicht ohne Interesse sein. Bekanntlich liegt beim Elephanten seitwärts vom Kopfe unter der Haut, zwischen den Ohren und Augen eine große, flache Drüse, welche durch einen kurzen aber weiten Ausführungsgang ihr stark riechendes Sekret ausleert. An der inneren, dem Kopfe zugewandten Fläche dieser Drüse liegt nun das Wundernetz. Wie weit es sich nach hinten, oben und unten erstreckt, lässt sich kaum angeben, doch aus der Menge und Größe der hier und vorzüglich am hinteren Ende — abgeschnittenen Aeste wohl vermuten, dass es bedeutend groß sein möge. In die Drüse selbst schickt es verhältnismäßig nur wenige und kleine Zweige ab, mehrere solcher Aeste treten aus der inneren, den Muskeln zugewandten Seite hervor. Nach vorn setzt sich das Geflecht in zwei Strängen — zum Auge fort und verteilt sich, immer noch vielfach netzförmig sich verflechtend, in das Zellgewebe um den Augapfel, in die Thränendrüse und zu dem Augapfel selbst.“ Nur ein ganz kurzer Hinweis auf die Schläfendrüse findet sich bei Siebold und Stannius (846 p. 372). Leydig (857 p. 88) vermutet, dass dieselbe zu den Talgdrüsen zu zählen sei. Giebel (859 p. 156) giebt nur an, dass eine hinter den Augen gelegene Drüse vorzüglich in der Brunstzeit eine übelriechende schmierige Flüssigkeit absondert; ihm schließt sich Brehm (865 p. 696) an. Etwas ausführlicher und anderen Autoren widersprechend, äußert sich Owen (868 p. 634). Er beschreibt die Schläfendrüse als eine große, platte, vielgelappte Hautdrüse, die ihr Sekret auf die Oberfläche ergießt durch eine kleine Oeffnung, welche etwa in der Mitte zwischen Auge und Ohr gelegen ist. Diese Drüse soll beim Männchen während der Brunstzeit sich vergrößern und dann das Sekret einen starken Moschusgeruch besitzen. Milne-Edwards (874 p. 46) sowie Bronn-Leche (900 p. 958) erwähnen die Drüse ebenfalls, bringen aber keine weiteren Angaben zur Vervollständigung des bisher erhaltenen Bildes. Bemerkenswert ist nur, dass Milne-Edwards dieselbe zu den Talgdrüsen rechnet.

Aus dem Gesagten geht wohl klar genug hervor, dass unsere Kenntnisse bezüglich der Anatomie der Schläfendrüse und, trotz zahlreicher älterer biologischer Beobachtungen, auch über ihre physiologische Bedeutung noch recht lückenhaft sind.

Noch widersprechen sich die Angaben über das Funktionieren der Drüse bei beiden Geschlechtern, über die Beziehungen der stärksten Absonderungsthätigkeit zur Zeit der geschlechtlichen Erregung und endlich über die Beschaffenheit des Sekretes. Farbe, Geruch, chemische Zusammensetzung und Menge desselben bedürfen noch genauerer Feststellung.

Zur Physiologie der Drüse vermag ich selbst keine weitere Aufklärung zu bringen, da mir jede Gelegenheit zu Beobachtungen in dieser Richtung fehlt[1]). Doch dürfte es nicht schwer sein, durch Sammlung des in unseren zoologischen Gärten reichlich vorhandenen Materials die für die Biologie dieser Tiere immerhin interessante Frage zu einem befriedigenden Abschluss zu bringen.

Meine eigenen anatomischen Untersuchungen, die ich an einem jugendlichen männlichen Exemplar von *Elephas indicus* von unbestimmbarem Alter gelegentlich der Abhäutung vornehmen konnte, führten zu einer Revision der älteren Angaben über die gröberen Verhältnisse, sowie zu einer sicheren Erkenntnis des Charakters des Drüsengewebes selbst, trotzdem die Präparate für mikroskopische Untersuchung erst drei Tage post mortem in die Fixierungsflüssigkeiten, Alkohol absol., Zenker'sche Flüssigkeit, Pikrinsublimat und Müller'sche Flüssigkeit eingelegt werden konnten. Die damals herrschende Februarkälte sowie die Widerstandsfähigkeit der Haut und Hautdrüsen sicherten ein immerhin brauchbares Ergebnis.

Bei der äußeren Betrachtung ist es nicht leicht, bei dem jungen

1) Ich versuchte kürzlich in zwei großen zoologischen Gärten durch Erkundigungen bei den Elephantenwärtern mir ein Urteil über die bestehenden Fragen zu bilden, hatte aber damit gar keinen Erfolg, da die Ansichten sich fast in allen Punkten widersprachen. Einigkeit bestand nur darüber, dass die Drüsensekretion bei beiden Geschlechtern vorkommt und anscheinend ohne Zusammenhang mit der Brunst ist. Auch wurde von beiden Wärtern kein besonderer Geruch an dem Sekret wahrgenommen. Im übrigen ging die eine Darstellung dahin, dass erst nach dem 14. Jahre bei den Elephanten die Drüsen „aufbrechen" und dass sie zwei Monate lang eine starke Sekretion zeigen, wobei die Drüse deutlich anschwillt. In welchen Monaten dies geschieht, war nicht festzustellen. Das Sekret soll ständig herabtropfen, oft auch in ziemlich großen Mengen von dem Tier selbst durch Reiben an den Stäben seines Käfigs ausgedrückt werden. Es wird geschildert als eine dicke, grünlich-gelbe, eiterartige Masse. Der zweimonatliche Sekretionsprozess soll sich alle Jahre wiederholen. Dagegen sagte der andere Wärter aus, die Sekretion sei schon bei jungen Tieren von ca. 3 Jahren vorhanden, bestehe in der Absonderung einer geringen Menge trüber, wässeriger Flüssigkeit, die die Umgebung der Drüsenöffnung feucht erhalte, das ganze Jahr hindurch andauere und nur zu manchen, nicht näher bestimmbaren Zeiten beim ausgewachsenen Tier etwas reichlicher sei. Jedenfalls geht aus diesen Angaben hervor, dass nur durch längere Zeit fortgesetzte, gründliche Beobachtungen zuverlässiger Personen an einem größeren Material ein Entscheid herbeigeführt werden kann.

Tier die Mündung des Drüsenausführganges aufzufinden. Sie wird lediglich kenntlich durch mehrere dicht beisammenstehende kurze und starre Haare. Diese ragen hervor aus einer feinen Oeffnung, welche nur durch die eingeführte Sonde sich kundgiebt. Die Sonde dringt ziemlich weit in der Richtung nach hinten[1]) ein und bewegt sich in einem Kanal, dessen Hohlraum viel weiter ist als die äußere Mündung. Letztere liegt nicht in der Mitte zwischen Auge und Ohr, sondern auf einer geraden Linie, die vom hinteren äußeren Augenwinkel zum vorderen Rand des äußeren Gehörganges geht, 11 cm vom Auge, 27 cm vom Ohr entfernt. Auf Druck entleert sich aus der Mündung eine geringe Menge einer weißen bis grauen, talgartigen Masse, an welcher ein charakteristischer, deutlicher Geruch nicht wahrnehmbar ist.

Der Drüsenkörper stellt eine flache Masse dar, welche unmittelbar unter der Kutis liegt, eingeschlossen in ein, wie im ganzen übrigen Körper außerordentlich derbes, sehnenartiges Bindegewebe, das nur mit sehr scharfen Messern sich abpräparieren lässt, so dass nunmehr die eigentliche Gestalt der Drüse hervortritt. Dieselbe ist scheibenförmig, annähernd rund, mit einem Durchmesser von ca. 60 mm, während die größte Dicke im Centrum der Scheibe 7 mm beträgt. Der Dickendurchmesser nimmt nach der Peripherie hin stark ab. An der Oberfläche sind zahlreiche kleinere und größere Läppchen zu unterscheiden, ganz ähnlich wie z. B. an der menschlichen Parotis. Ein starker Ausführgang geht nahe dem vorderen Rand aus der Drüsenscheibe hervor und zieht in der Richtung nach vorn. Es gelingt, denselben aus dem festen Gewebe der Lederhaut herauszupräparieren bis nahe zu der spaltförmigen äußeren Mündung. Der Gang besitzt selbst eine sehr dicke, aus verfilzten Fasern bestehende, feste Wandung. Schneiden wir ihn jetzt nahe unter der Oberfläche an seiner Ausgangsöffnung ab, so zeigt sich, dass aus der Schnittfläche noch die Stümpfe der erwähnten starken Haare herausragen. Das rundliche, klaffende Lumen besitzt einen Durchmesser von etwa 3 mm. Die Länge des Ganges, dessen distales Ende dicht von Drüsenläppchen umhüllt ist, beträgt ca. 20 mm. Schneiden wir den Gang jetzt seiner ganzen Länge nach auf, so sehen wir, dass derselbe einen Sack darstellt mit verengter Eingangsöffnung und wenig erweitertem blinden Ende. Die Innenfläche der Wand ist glatt, nur mit ganz vereinzelten, kurzen, ziemlich weichen Härchen besetzt. Die Farbe der Innenwand ist grau, wie die der äußeren Haut Von den spitzen, harten, schwarzen Erhebungen, die Perrault beschreibt, konnte ich keine Spur entdecken. Im Grunde des Sackes wurzeln die bereits erwähnten, vereinzelten, längeren, starren Haare von schwarzer Farbe, welche auf der Oberfläche aus der Spaltöffnung

1) Nach der Beschreibung von Cuvier erscheint es, als ob der Kanal in der Richtung von hinten nach vorn in die Tiefe sich einsenkt. Die Abbildungen von Perrault und Camper geben hierüber keine Aufklärung.

herausragen. Hier im blinden Ende des Ganges liegen auch noch Sekretreste, die an dem mit Müller'scher Flüssigkeit fixierten, mit Alkohol gehärteten Objekt sich erweisen als Haufen platter, z. T. kernhaltiger Epidermiszellen. Diese repräsentieren jedenfalls nur einen geringen Bestandteil des Sekretes, dessen chemische Stoffe durch Fixierung und Härtung verändert und extrahiert, auch der morphologischen Untersuchung nicht zugänglich sind. Die von Perrault beobachteten feinen Mündungen der einzelnen Drüsenausführgänge im blinden Ende des Sackes konnte ich mit bloßem Auge nicht wahrnehmen.

Zur mikroskopischen Untersuchung werden verwandt Stücke aus der Wand des sackförmigen Ausführganges, ein Teil von dessen blindem Ende und endlich Bestandteile des Drüsenkörpers selbst.

Mikroskopische Schnitte durch den oberen Teil des Hauptausführganges zeigen denselben ausgekleidet von einem geschichteten Plattenepithel, das sich von dem der Epidermis wohl nur durch eine geringere Höhe unterscheidet. Die obersten Zelllagen sind verhornt, in den tiefsten Zellschichten des stratum Malpighii finden sich dichte Massen eines körnigen, gelbbraunen Pigments. Die spärlichen schwachen Haare sind begleitet von ein oder zwei kleinen rundlichen Talgdrüsen, die eine geringe Lappung in 2—3 Abschnitte aufweisen. Von Schweissdrüsen ist keine Spur zu bemerken.

Aus den mitgeteilten Befunden geht klar hervor, dass der sackförmige Hauptausführgang nicht morphologisch, sondern nur funktionell der Drüse zugehört. Er stellt selbst eine weit in die Tiefe verlagerte Grube der Cutis dar, die noch durch eine verengte Oeffnung mit der Oberfläche in Zusammenhang steht.

Trotz seiner morphologischen Selbständigkeit wollen wir ihn auch weiterhin als Hauptausführungsgang den kleineren in ihn einmündenden Drüsenausführungsgängen gegenüberstellen.

Zerlegen wir nun ein Läppchen des großen Drüsenkörpers in Schnitte und untersuchen dieselben mikroskopisch, so sehen wir, dass das ganze Läppchen sich aufbaut aus einer großen Menge feiner Drüsenschläuche, die, offenbar in zahlreiche Windungen gelegt, dicht zusammengefasst sind durch eine derbe Bindegewebskapsel, während zwischen ihnen selbst nur wenig, mehr lockeres Bindegewebe vorhanden ist. Die Schläuche zeigen eine reiche Verzweigung. Obgleich das Epithel durchaus nicht tadellos konserviert, sondern vielfach von der Unterlage abgelöst ist — vielleicht sogar dadurch um so deutlicher — lässt sich konstatieren, dass die Drüsenschläuche ausgekleidet sind von einem zweischichtigen Epithel, dessen innerste Lage aus kubischen, dessen äußere aus ganz niedrigen Zellen besteht. Diese letzteren haben auf dem Querschnitt vielfach dreieckige Form, sitzen direkt einer sehr starken membrana propria auf und gleichen durchaus den bekannten sogenannten Epithelmuskelzellen der Schweissdrüsen. Zu einem nähe-

ren Studium des Protoplasma und des Kernes der secernierenden Zellen ist das Präparat ungeeignet. Die Drüsenschläuche eines Läppchens sammeln sich allmählich zu einem Ausführgang, welcher deutlich kenntlich ist durch die Beschaffenheit seines meist wohl erhaltenen Epithels. Auch dieses ist zweischichtig. Seine innerste Lage besteht aus hohen, schmalen, schlanken Cylinderzellen. Darunter befindet sich eine kontinuierliche Lage niedriger Zellen, die sich nicht wesentlich von den Epithelmuskelzellen der secernierenden Schläuche unterscheiden. Abgesehen von dem Verhalten des Epithels zeichnet sich der Ausführgang auch durch sein weiteres Lumen vor den eigentlichen Drüsengängen aus. Auf seinem Verlauf gegen die Oberfläche verlässt er das Drüsenläppchen und steigt in mehrfachen Windungen aufwärts durch das dichte Lederhautgewebe, welches die Wand des sackartigen Hauptausführganges auch an seinem blinden Ende sehr breit erscheinen lässt. Anfangs bleibt das Lumen in seinem Durchmesser und seiner gleichmäßigen parallelen Begrenzung unverändert. Allmählich treten aber die Ausführgänge mehrerer Drüsenläppchen zusammen und aus ihrer Vereinigung geht ein Gangabschnitt hervor, welcher durch die Weite und die unregelmäßige Begrenzung seines Lumen auffällt. Er ist mit zahlreichen rundlichen Ausbuchtungen versehen und stellt eine Art Cysterne dar. Der Aufbau des Epithels hat sich nicht geändert. Nur stellenweise erscheinen die Cylinderzellen gegen das Lumen durch einen scharfen, dunkeln Strich begrenzt, so dass an das Vorkommen eines Kutikularsaumes zu denken wäre. Diese cysternenartige, unregelmäßige Erweiterung des Ganges besitzt eine nicht unbeträchtliche Länge. Sie setzt sich fort in einen Kanal mit einer deutlich hervortretenden Wandung von vorwiegend zirkulär verlaufenden Bindegewebsfasern. Dessen Lumen erscheint eng, sternförmig, dadurch dass Schleimhautfalten in den Hohlraum des Kanales vorspringen. Mit weiterer Annäherung an die Oberfläche verschwinden die Falten wieder, ebenso die sternförmige Figur des Querschnittes, der Durchmesser des Ganglumen nimmt beträchtlich ab, der Kanal erscheint auf dem Querschnitt wieder rundlich. Die Höhe der innersten Cylinderepithelschicht nimmt gleichzeitig mehr und mehr ab.

Betrachten wir nun das Verhalten der Epidermis in dem blinden Ende des Hauptausführganges etwas näher, so sehen wir, dass dieselbe nicht eine gleichmäßige Auskleidung darstellt, sondern hier und dort sich weit in die Tiefe des unterliegenden Lederhautgewebes einsenkt. Dadurch entstehen trichterförmige Gruben, deren Wand von einem mehrschichtigen Plattenepithel begrenzt wird, dessen oberste Zellenlagen verhornt sind. Einzelne abgestoßene verhornte Zellen finden sich auch in dem Hohlraum des Trichters vor. Dessen obere weite Oeffnung steht im Zusammenhang mit der Höhlung des Hauptausführganges, während das untere zugespitzte Ende sich fortsetzt in

einen der Drüsenausführgänge. Das Epithel der letzteren geht also allmählich von einem zweischichtig cylindrischen in ein mehrschichtig abgeplattetes über. Die trichterförmigen Mündungen der Drüsenausführgänge stehen nicht einzeln, sondern in Gruppen von 3—4 zusammen. Ihnen gesellt sich zu je eine weite Grube von weniger ausgesprochen trichterförmiger, mehr becherartiger Gestalt. Das untere Ende der letzteren nimmt die Mündungen zahlreicher, dicht zusammenstehender Talgdrüsen auf, welche von ansehnlichem Umfang, in viele kleine Läppchen zerfallend, die Form von Trauben besitzen. Zwischen den Talgdrüsenlappen hindurch sieht man von dem Ende dieser becherförmigen Hohlräume eigentümliche solide Zellstränge ausgehen, welche weit in die Tiefe der Lederhaut sich hineinerstrecken. Sie kommen in der Zahl von einem bis drei vor. An ihrer Ursprungsstelle sind sie ziemlich schmal, werden dann nach abwärts breiter und sind in ihren tieferen Teilen mit mehrfachen, unregelmäßig gestalteten, kurzen Fortsätzen besetzt, welche leicht abgerundet, oder, wie der Stammzapfen selbst, ziemlich spitz auslaufend, endigen. Diese Zellstränge zeigen an der Peripherie ganz deutlich eine Lage ovaler Kerne, deren Längsachse senkrecht steht auf der bindegewebigen Grundlage, gerade wie in den Zellen der Keimschicht des stratum Malpighi. Die in der Achse gelegenen Kerne sind rundlich oder oval und lassen meist keine bestimmte Anordnung erkennen. Nur stellenweise, vorzüglich in den obersten, der Ursprungsstelle am nächsten liegenden Teilen wird eine axiale konzentrische Gruppierung ovaler Kerne deutlich und es scheint als ob ein zarter Hornzapfen von der Oberfläche her, allerdings nicht kontinuierlich, sondern mit Unterbrechungen ziemlich weit in der Achse dieser Zellstränge nach abwärts reichte. Auch finden sich in den obersten Partien geringe Einlagerungen von Pigmentkörnchen in den peripheren Zellen. Eine reichliche Anhäufung von Bindegewebe mit konzentrisch angeordneten Fasern sieht man auf Querschnitten um das untere Ende dieser Zellstränge. Auffallend ist die Aehnlichkeit dieser Gebilde mit Entwicklungsstadien der Sporndrüse von Echidna (Eggeling 901). Für eine Deutung dieser eigentümlichen Zellstränge fehlt vorläufig jeder Anhaltspunkt. Am ersten wäre wohl daran zu denken, dass wir in ihnen nicht zu völliger Ausbildung gelangte Haaranlagen vor uns haben. Leider ist es mir nicht geglückt, auf meinen Schnitten den Zusammenhang eines der großen starren Haare mit diesen Gruppen von Drüsenmündungen zu beobachten. Doch ist wohl anzunehmen, dass ein solcher besteht.

Die Schläfendrüse des Elephanten setzt sich demnach zusammen aus zwei verschiedenen Teilen, einer sackartigen Einsenkung der Haut, die durch eine verengte Oeffnung nach außen mündet, und aus eigentlich drüsigen Teilen, welche in das erweiterte untere Ende des ersten Abschnittes aus-

münden[1]). Der Hautsack besitzt Haare und Talgdrüsen, aber keine Schweissdrüsen. In Vertretung der letzteren finden sich die Ausführgänge der Temporaldrüsenläppchen. Wenn auch keine konstanten Beziehungen der einzelnen Abschnitte der Schläfendrüse zu den Haarbälgen sich erkennen liessen, so geht doch aus ihrem ganzen Bau hervor, dass sie mit den Schweissdrüsen aufs Innigste verwandte Bildungen darstellen. Es ist anzunehmen, dass Schweissdrüsen und Temporaldrüsen, wie sehr viele andere Hautdrüsen, aus einer gemeinsamen Urform nach verschiedenen Richtungen hin divergierend sich entwickelten. Wir hätten also die Temporaldrüse des Elephanten einzureihen in die Gruppe der vital secernierenden, permanent, dauernd[2]) kanalisierten, merokrinen Hautdrüsen (vgl. Ranvier, Eggeling 900, 901).

Mit den mitgeteilten Beobachtungen an einem einzigen, jugendlichen, männlichen Elephanten erachte ich allerdings die anatomische Untersuchung der Schläfendrüse noch keineswegs für abgeschlossen. Es wäre wünschenswert an einem umfassenderen Material das Verhalten bei beiden Geschlechtern, in verschiedenem Alter und in wechselnden Funktionszuständen kennen zu lernen. Vor allem verspräche die Bearbeitung histologisch tadellos fixierten Materiales wichtige Aufschlüsse über den Sekretionsmodus, besonders mit Rücksicht auf die sehr wahrscheinlich stattfindende Fettproduktion.

Strassburg i. E. 10. Mai 1901. [71]

Litteraturverzeichnis.

Arrian's von Nikomedien Werke B. V., Indische Nachrichten, übers. von Ch. H. Dörner. Stuttgart, Metzler 1832.

865 Brehm, A. E. Illustr. Tierleben, Bd. II.

900 Bronn, H. G. Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 3, VI, Abt. V. Säugetiere, B. 1, von C. G. Giebel und W. Leche. Leipzig, C. F. Winter.

786 Buffon, de. Histoire naturelle. Supplément T. 3. Paris, Impr. royale.

800 Ders. Histoire naturelle réd. par C. S. Sonnini T. 28, Quadrupèdes T. 7. Paris, Dufart, An VIII de la Républ.

802 Camper, Pierre. Description anatomique d'un éléphant mâle. Paris 1802.

*Camus. Note sur l'histoire des animaux d'Aristote, cit. n. Camper.

843 Carus C. G. und Otto, A. W. Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie. H. VI. Leipzig, Barth.

799 Corse, John, Observations on the manners, habits and natural history of the elephant. Philosoph. Transactions London, Part I p. 31—55.

1) Das Verhalten erinnert sehr an den Aufbau der Mammardrüsen aus Mammartasche und dem in ihrem Grunde geborgenen Drüsenfeld.

2) Im Gegensatz zu temporär, zeitweise kanalisiert bei den Talgdrüsen. Stationär und temporär, wie ich mich früher ausdrückte, sind keine Gegensätze.

810 Cuvier, G. Vorlesungen über vergl. Anatomie, herausgegeb. v. Duvernoy, übers. von J. F. Meckel, B. 4, Leipzig, Kummer.
*Ders. Règne animal éd. II, T. I p. 238, cit. n. Schreber-Wagner (835).
899 Eggeling, H. Ueber die Stellung der Milchdrüsen zu den übrigen Hautdrüsen. 1. Mitteil. in *Semon*, Zoolog. Forschungsreisen in Austral. u. d. malay. Archipel, Bd. 4. Jenaische Denkschr., Bd. VII, S. 79—104, 1 Taf.
900 Ders. Ueber die Hautdrüsen der Monotremen. Verhandl. anat. Gesellsch. XIV Vers. Pavia p. 29—42, 6 Fig.
901 Ders. Ueber die Stellung der Milchdrüsen zu den übrigen Hautdrüsen. 2 Mitt. in *Semon*, Zoolog. Forsch.-Reisen, Bd. 4, p. 175—204, 1 Taf.
898 Gegenbaur, C. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, B. I, Leipzig, Engelmann.
859 Giebel, C. G. Die Säugetiere. Leipzig, Abel.
857 Leydig, Fr. Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a. M., Meidinger. *Ménag. du Muséum I p. 103 cit. n. Schreber-Wagner.
874 Milne-Edwards, H. Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. Paris, Masson, T. X.
830 Müller, Johannes. De glandularum secernentium structura penitiori. Lipsiae.
868 Owen, Richard. On the anatomy of vertebrates, Vol. III, Mammals, London.
734 Perrault, M. Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des animaux. Troisième partie Mém. Acad. Sc. Paris 1666—1698, T. III, 3.
835 Schreber, J. Ch. D. von. Die Säugetiere, fortges. von Wagner, J. A., T. VI, Erlangen 1835.
846 Siebold und Stannius. Lehrbuch der vergl. Anatomie, II. T., Wirbeltiere, Berlin.
Strabonis Geographica ed. Gustavus Cramer, Vol. III, Berolini Nicolai 1852.
801 Vogt, J. H. Einige Umstände, welche den Tod des männlichen Elephanten im Museum der Naturgeschichte zu Paris am 17. Nivôse des 10. Jahres begleitet haben (Journ. de Paris) Magazin für den neust. Zustand der Naturkunde, B. III, Weimar, p. 819—820.

Berichte der Biologischen Süßwasserstation der Kaiserlichen Naturforschergesellschaft zu St. Petersburg.

1. Bd. 1901. Mit 3 Figurentafeln und verschiedenen Abbildungen im Text.

Zu Bologoje (etwa in der Mitte zwischen Petersburg und Moskau) besteht seit 1897 eine biologische Station, welche von zwei namhaften russischen Forschern (J. Borodin und M. Woronin) begründet worden ist. Die Unterhaltung dieses Instituts geschieht aus Privatmitteln und ist für eine Reihe von Jahren sicher gestellt. Der vorliegende Bericht ist ziemlich umfangreich und bildet einen Band von 262 Druckseiten. Er ist durchweg in russischer Sprache geschrieben, so dass sein Inhalt leider nicht allgemein verständlich ist. Die einzelnen Kapitel sind aber recht interessant und sie behandeln folgende Themata: I. Beobachtungen über die Wasservegetation des Seegebietes von L. Iwanoff. II. Ufermessung und Bodennivellierung der größten Abteilung des Bologoje-Sees von W. Lubimenko. III. Verzeichnis der im Waldaïschen Distrikt gesammelten Pilze von W. Tranzschel. IV. Verzeichnis einiger in der Nähe der Biolog. Station zu Bologoje gefundener Moose von E. Zicken-

draht. V. Zur Kenntnis der Protozoenfauna in der Umgebung der Biolog. Station zu Bologoje von S. Awerinzeff. VI. Verzeichnis der in Bologoje und angrenzenden Seen beobachteten Cladoceren von A. Linko. VII. Die im Bologoje-See und in seiner Umgebung beobachteten Nematoden, Oligochäten und Hirudineen von W. Plotnikoff. VIII. Helmintholog. Notizen von N. Cholodowsky. IX. Die Rotatorien des Bologoje-Sees und seiner Umgebung von L. Michailoff. X. Analyse des Wassers vom Bologoje-See von W. Kutscheroff und XI. Daten des Zufrierens und Aufthauens des Waldeï-Sees von 1879—1900. Von N. Apastschikoff.

Das Lokal zur Vornahme der Stationsarbeiten ist ein dicht am Seeufer liegendes Landhaus. Dasselbe enthält 6 Zimmer, wovon 2 zu einem Laboratorium mit 6 Arbeitsplätzen eingerichtet sind. Die übrigen sind möbliert und dienen als Wohnzimmer. Mikroskop und chemisches Geschirr, Reagentien und diverse Netze sind zur Benutzung vorhanden. Ebenso eine kleine Bibliothek. Die Bologoje-Station funktioniert aber nur während des Sommers (Mai bis September). Ihr Leiter war bisher Prof. J. Borodin.

Aus dem von Prof. Iwanoff mitgeteilten Verzeichnisse der im Plankton des Bologoje-Sees vorkommenden Flagellatenspecies und Algen entnehmen wir die nachstehenden Angaben, welche zeigen, dass gewisse limnetische Organismen eine sehr allgemeine Verbreitung besitzen und höchst wahrscheinlich Kosmopoliten sind, die in der ganzen Welt vorkommen, wo es größere Wasseransammlungen giebt. So enthält der Bologoje-See folgende Formen, die auch in den norddeutschen Seen gefunden werden:

Volvox aureus
Eudorina elegans
Pandorina morum
Chrysamoeba radians
Mollomonas acaroides
Mollomonas producta
Dinobryon sertularia, var. *divergens*
Dinobryon stipitatum
Synura uvella
Uroglena volvox
Ceratium hirundinella
Ceratium hirundinella, var. *furcoides* Lev.
Ceratium hirundinella, var. *vericum* Zach.
Scenedesmus quadricauda
Pediostrum boryanum
Pediostrum pertusum
Botryococcus Braunii
Staurastrum gracile
Microcystis ichtoblabe
Coelosphaerium Kützingianum
Clothrocystis aeruginosa
Glosotrichia echinulata
Anabaena flos aquae
Anabaena flos aquae, var. *gracilis* Kleb.
Anabaena spiroides Kleb.
Anabaena macrospora Kleb.
Anabaena macrospora, var. *crassa* Kleb.
Aphanizomenon flos aquae
Synedra acus, var. *delicatissima*
Asterionella gracillima
Fragilaria crotonensis
Tabellaria fenestrata
Tabellaria fenestrata, var. *asterionelloides* Grun.
Attheya Zachariasi J. Brun.
Rhizosolenia longiseta Zach.
Melosira crenulata
Melosira crenulata, var. *Binderiana*

Es folgt schließlich noch die Angabe, dass der Bologoje-See sehr unregelmäßige Konturen und eine Fläche von 7,2 Quadratkilometer be-

sitzt. Die Länge desselben beträgt 5 Kilometer und seine größte Breite 2,5 Kilometer. Die maximale Tiefe ist nur 5 Meter. Es ist dabei zu erwähnen, dass der Bologoje-See neuerdings mit dem früher durch eine schmale Landzunge von ihm getrennten Glubokoje-See in Verbindung gesetzt worden ist. Dieser letztere hat Tiefen bis zu 14 Meter bei einer Länge von bloß 3 Kilometern. [69]

Dr. **Otto Zacharias** (Plön).

Aus dem Bericht der 82. Jahresversammlung zu Thusis, Kt. Graubünden, der schweiz. naturforschenden Gesellschaft.

2. bis 4. September 1900.

Physik und Chemie. Sektionssitzung. Schaer, E. Die Saponine. Untersuchungen von Weil, L., im pharmaceutischen Institut der kaiserl. Universität Straßburg i. E. Die 1811 von Buchholz aufgestellte Gruppe der Saponine sind nun nachgewiesen: Fam. *Camelliaceae. Camellia theifera*, in den Blättern fehlend: *Schima noronhae*, in der Rinde: *Stewartia pseudocamellia* aus Japan, in der Rinde. — Fam. *Sapindaceae. Aesculus hippocastanum*, in den Cotyledonen: *Sapindus mukorossi*, im Mesocarp. — Fam. *Mimoseae. Acacia concinna*, in Rinde und Früchten, besonders neutrales Saponin. — Fam. *Zygophylleae. Balanites roxburgi*, im Mesocarp, neutrales Saponin. — Fam. *Sapotaceae. Illipe latifolia*, in den Cotyledonen. — Fam. *Myrtaceae-Lecythideae. Barringtonia insignis*, besonders in Rinde und Samen, in der Fischerei gebraucht. — Fam. *Rhamnaceae. Colubrina asiatica* und *reclinata*, in der Rinde. Wahrscheinlich finden sich in vielen andern Familien noch Saponine. Die allgemeine Formel einer homologen Reihe dürfte $C_nH_{2n-8}O_{10}$ sein. Die Zusammensetzung der untersuchten varriiert zwischen $C_{16}H_{24}O_{10}$ und $C_{20}H_{32}O_{10}$.

Die kolloidale Natur bekundet sich in: 1. Evaporationsrückstände von der Konsistenz starken Leimes: 2. Schwierigkeit der Dialysierung wässeriger oder schwach alkoholischer Lösungen; 3. Sehr wirksame emulsive Kraft auf Flüssigkeiten und feste Körper, die im Wasser unlöslich sind, so fette und flüchtige Oele, Balsame, Harze, echte Alkaloide, Schwefelverbindungen, Chlorüre und Oxyde der Metalle, Quecksilber, Kohle u. s. w. Veränderung gut krystallisierender Substanzen wie Borsäure, Acetanilid und Salicylsäure in kolloidem Zustand.

Die physiologische Wirkung ist bekanntermaßen toxisch, besonders in der Weise der Sapotoxine, die Schleimhäute entzündend, die roten Blutkörperchen tötend, die Paralyse des Muskelsystems, der Respirationsorgane und des Herzens in der Diastole herbeiführend.

Experimentiert wurde mit Fröschen und Fischen durch Injektion von 0,005 bis 0,15 gr *S. camelliae, aesculi, balanitis* und vorzüglich *acaciae*.

Die Saponine sind wenig löslich in Alkohol absolutus, unlöslich in Aether, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff und den Bestandteilen des Petroleums; löslich in Wasser, gewöhnlichem und verdünntem Alkohol, in Methyl- und Isobuthylalkohol, in Essigäther, krystallisierbarer Essigsäure und hauptsächlich in sehr konzentriertem Chloralhydrat. Die Lösungen

zeigen charakteristisch rötlichgelbe, purpurne und nach langsamem Zugießen von konzentrierter Schwefelsäure düster violett werdende Färbung. Sie werden durch Eisenperchlorür und basisches Bleiacetat getrübt. Neutrales Bleiacetat scheidet nur die sauren Saponine aus. Reduzierend wirken sie auf Silbersalze.

2. Wässerige sehr verdünnte Lösung von reinem Aloin mit geringer Quantität Cyan oder Sulfocyan dient zum Nachweis von gelösten Kupfersalzen. Wirkung Himbeerrotfärbung z. B. der Samen mehrerer Strychnosarten.

Mitteilungen von Hagenbach, Kleiner, Hagenbach (Bonn) und Hess über Beobachtungen in der Elektrizitätslehre; von Fichter über β-lactonische Säure; von Schumacher über eine limnologische Wasserhandpumpe, Arsenikvergiftung mit Backwerk und versuchter Selbstmord mit 3 gr Arsenik, Rettung durch Magenpumpe und Antigift Magnesia.

Sarasin, E., weist am 4. Juli an 2 Stellen des Vierwaldstättersee-spiegels bei Küssnacht und Stanzstad neue isochrone Oscillationen von 18 Sekunden Dauer mit den bisher beobachteten in umgekehrter Richtung: Transversale Seiches über die 2 mittleren Hauptbecken des Sees, nach.

Geologie und Mineralogie. Forel, F. A. Periodische Ausdehnungsänderung der Gletscher, 1. allgemeine Sitzung, ebenda. Sarasin, F. Geologische Vergangenheit des malayischen Archipels, konkludiert aus dem Vorkommen der Binnenmollusken und Vergleichung mit den Kenntnissen über Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere. Die Lage und mehrarmige Gestalt der Insel Celēbes tritt in den Vordergrund der Studien. Sie soll auf 4 Wegen von 4 verschiedenen Gebieten bevölkert worden sein. Die geologische Hypothese des Gebietes lautet: Im Anfang der Tertiärzeit bestund ein großer Teil des indo-australischen Archipels noch nicht. In der Miocaenzeit begann wahrscheinlich das Auftauchen und die erste Bevölkerung von der asiatischen Seite aus. In der zweiten Hälfte Pliocaen-Pleistocaen gewann der Archipel seine Oberflächenausdehnung. Die indischen Inseln sind nicht als der Rest oder die Bruchstücke eines früheren Kontinents anzusehen. Die Binnen-, Land- und Süßwassermollusken ergeben folgende bemerkenswerte Befunde: Von 238 Species sind 172 auf Celēbes gefunden worden. Von den 172 Species kommen 24 auf Java, 13 auf Sumatra, 10 auf Borneo, davon 9 auch auf Java vor. Nur auf Java und Celēbes lebend wurden 1 Genus und 9 Species konstatiert. Von den 172 Species von Celēbes finden sich im nördlichen und südlichen Teil gleichzeitig nur 23 Species. Weitere Beziehungen wurden festgestellt zu Flores, der südliche Teil von Celēbes hat mit Java und Flores 16 Arten gemeinsam, mehrere derselben gehören nur Celēbes und Flores an; dann zu den Philippinen, Celebes nördlicher Teil und Philippinen nennen 21 gemeinsame Arten, 7 davon sind ihnen zusammen eigen. Ausschließlich nur auf Celēbes oder Borneo fanden die Autoren keine Species. Die hervortretendsten Beziehungen der Molluskenfauna von Celēbes berühren die Faunen von Java und der Philippinen, 44 %. Aehnliche Relation erweisen die Vogelfauna, 42 %, 20 % und 10 %.

Forel, F. A. Ueber Umgestaltungen des Rhonegletschers im Hauptabsturzgebiet auf der Oberfläche und Lageänderung des entströmenden Wassers unter dem Gletscherende. 2. allgemeine Sitzung. Im Absturzgebiete über einem Querfelsgesimse ergab sich die Dicke der Eismasse auf höchstens 5—10 m. Als zweites wichtiges Moment ergab sich die in

Anbetracht der Zeitdauer, nämlich seit den früheren Eiszeiten, gleich Null erscheinende Erosion des Gletscherflusses, dessen jährliche Geschwindigkeit mindestens 150 m beträgt.

Heim, A. Ueber Siderite und Haematite des Oberhalbsteinthales im Kanton Graubünden. Diese eisenhaltigen Minerale wären in Qualität gut, aber die Quantität ist zu klein zur Ausbeutung. Ueber ein Mangan-mineral aus demselben Gebiete erkennt der Autor dasselbe Ergebnis. Ueber schöne Calcitkonkretionen und ein prächtiges blaugrünes Aragonitindividuum aus einer Thermalspalte bei Rothenbrunnen.

Forel, F. A. Ueber Bänder- resp. Schichtenstruktur der Gletscher.

Lugeon, M. Ueber die Form der das Gletschereis bildenden Körner, erzielt auf dem Wege der Färbung der Zwischenräume und Kontaktflächen, und photographisch fixiert. Entdeckung einer präglacialen Aareschlucht am Kirchet bei Meiringen. Es sollen mindestens 4 alte von Gletscherschutt erfüllte frühere Aareschluchten vorhanden sein. Epigemie von Wasserläufen. Ueber die Erfolge und Ergebnisse seiner mehrjährigen Studien des Wildstrubel- und Wildhorngebietes. Stratigraphie und Tektonik. Petrefakten. Im oberen Aptien *Rhynchonella gibbsi*. Im centralen Teil des Gebietes *Nummulina perforata* und *complanata*. Eocän *Nummulina striata*. Dazwischen *Cerithium diaboli*. Tektonik. Faltung ist der Hauptcharakter, hinzutretend sehr große Spaltenbildungen.

Viola, C. Neue Krystallsymmetrien. Mehr als 32 mögliche Symmetrien. 11 neue Krystallklassen.

Pearce, F. A. und Fornaro. Ueber Brookit vom Bristenstock.

Botanik. Magnus, P. H. (Berlin). *Uredineae* der Alpen-Primulaceae, *Auriculastrum*. *Uredineae*. *Euuromyces primulae* Fckl. an *Primula viscosa*; *Uromycopsis integrifoliae* Lv. an *Prim. integrifolia*; *Uromyces apiosporus* Hzst. an *Prim. minima*; *Aecidium auriculae* Mgs. an *Prim. auricula*.

Westermeier, M. Ueber eine *Urticacea* von Java mit erweiterten Zwischennodien. Motorische Anschwellung für geotropische Erektion.

Jaccard, P. Flora des Dransethales im Unterwallis. Keine Species findet sich im ganzen Gebiet des Thales. Von ungefähr 400 Species kommen nur 20 Species in $^2/_3$ des Wassergebietes vor. Die floristische Studie enthält die Zeitschrift der naturforschenden Gesellschaft des Kantons Waadt. Bd. XXXVI und XXXVIII. Methodik in Akten des internationalen botanischen Kongresses in Paris.

Rikli, M. Flora der Insel Korsika. Wesentlichste Ergebnisse: Auffallendes Hervortreten von Congruenz der Verbreitung mit der geologischen Natur der Teile.

Amsler. Interglaciale Flora des obersten Wassergebietes des Luganersees, bei Pianico vorzüglich beruhend auf dem Studium einer Sammlung von Herrn J. Friedländer aus 2 lacustren Ablagerungen, die eine kalkreich, fein, weiß, die andere thoniger Beschaffenheit. Allgemein verbreitet erkennt sich: *Buxus sempervirens*, *Carpinus betulus*, *Pinus aff. excelsa* Wll., *Abies pectinata*, *Acer obtusatum enobtusus* Px., *Ilex aquifolium*, *Acer lobeli*, *Rhododendron ponticum*. Nur 1 Exemplar: *Populus* spec., *Quercus sessiliflora*, *Viscum* spec., *Helleborus niger macranthus* Frn., *Rhamnus alpinus*, *Vitis vinifera* (mit Gallen von *Cecidomyces oenophila*).

Schröter, K. Ueber Kulturen von *Cinchona ledgeriana, C. succirubra, C. hybrides, Thea sinensis assamica, Coffea arabica;* auf Java zur Gewinnung der Alkaloide.

Huber, J. *Arboretum amazonicum.*

Chuard. Kupfersalze als *Antiryptogamicum* in Weinbergen.

Chodat. Reinkulturen grüner Algen. *Oxystis, Haematococcus lacustris, Chlorella vulgaris, Scenedesmus acutus, Rhaphidium polymorphum, Kirchneriella lunaris. Scenedesmus acutus*, sehr formvariabel.

Das Ergebnis der botanischen Exkursion ins Averserthal auf das Kleinhorn und den Weißberg wird im Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens niedergelegt.

Zoologie. Zschokke, F. Fauna fließender Alpengewässer. 1. allgemeine Sitzung. Als Komponenten führt der Autor auf: *Turbellaria, Planaria alpina.* Hydrachniden besonders reich vertreten, Genera *Sperchon, Feltria, Thyas, Partnunia, Panisus. Mollusca, Limnaea truncatula* und *peregra. Hexapoda,* viele Larven von Ephemeriden, Perliden, Phryganiden und *Diptera,* Genera *Simulia, Liponeura* und *Chironomus.*

Keller, K. Das kleine Bergschaf Graubündens. 2. allgemeine Sitzung. Nach Rütimeyer soll die Stammform das „Torfschaf" sein. Frühere Anknüpfungspunkte als das Schaf der Pfahlbauer sind keine gefunden worden, demnach wäre außereuropäische Herkunft anzunehmen. Das Skelett zeigt mehrfache Aehnlichkeit mit dem des Torfschafes und dem afrikanischen *Ammotragus tragelaphus, Pseudora.* Uebergangsstationen zwischen Afrika und dem Europainnern finden sich nicht. Antike Kunstgegenstände zeigen 2 Formen, eine mit spiralig gewundenen und die andere mit Ziegenbockshörnern. Zur Zeit des ägyptischen Reiches lebte ein Ziegenhornschaf. Seine Stammform ist das Ammotragusschaf. Von dort kam es vielleicht über Asien oder direkt über Griechenland nach Europa. Der anatomische Bau ist ziemlich übereinstimmend, aber *Ammotragus* entbehrt der *Fossa lacrymalis.* Vielleicht wurde es mit asiatischen Schafen gekreuzt.

Fischer, T. 1. Experimentell erzeugte Aberrationen des Schmetterlings *Arctia caja* durch Einwirkung von 8° C. auf die Chrysalide vererbt, in den kommenden Generationen bei den früheren gewohnten Temperaturen dauernd. 2. Kälte oder Wärme könne dieselbe Aberration verursachen.

Thomann, H. Symbiose der Raupe von *Lycaena argus* und *Formica cinerea* auf *Oxytropis pilosa* und *Hippophaë rhamnoides.* Die Ameisen beschützen die Raupen gegen Tachinen und Ichneumoniden, die ihre Eier in dieselben hineinlegen wollen. Gleiches Zusammenleben wurde früher in Indien, Calcutta und Nordamerika beobachtet, in Europa bisher noch nicht.

Fatio, V. Das mancherorts zur Zeit studierte Schweizerbild lieferte in der oberen Nagetierschicht Fischwirbel von *Perca fluviatilis* v. L., *Lota vulgaris* Inns., *Esox lucius* v. L. und *Salmo lacustris ausoni* Cvr. Die untere Nagetierschicht enthielt Wirbel von *Perca fluviatilis, Lota vulgaris, Salmo lacustris ausoni.* Unsichere Funde in der oberen Schicht von *Squalius cephalus* v. L., *Alburnus lucidus* Hckl. und *Gobius fluviatilis* Cor. In 2 früheren Perioden war in diesem Gebiet die gleiche Fischfauna wie heute. Wenig bekannte und neue Funde von

Vertebraten. *Vertebrata. Sora pygmaeus* Pll.s., Kanton Graubünden; *Sorex vulgaris nigra* Ft., Kt. Graubünden: *Arvicola agrestis* var., Kt. Graubünden. *Amphibiae. Rana graeca* Blgr., Kt. Tessin; *Rana esculenta* v. L. var., Kt. Tessin; *Triton cristatus* Lr., *platycephalus* Ft. als *rusconi* zu benennen. *Triton lobatus* Otth., *meridionalis* Brd.

Lang, A. Ueber gewisse *Gasteropoda.*

Blanc, H. Entwicklung der Epiphyse und Paraphyse von *Salamandra atra.*

Yung, E. Experimentaluntersuchungen über Nahrungsentzug bei Protozoen und Amphibien.

Medizin und Anthropologie. Kollmann, J. Fingerabdrücke in Töpfereien des Pfahlbaudorfes von Corcelettes in der Nähe von Grandson am Neuenburgersee aus der Broncezeit. 2. Entwicklung der Placenta der Makaken.

Pitard, E. 1. Ueber macrocephale Schädel aus einem Tumulus in der Dobrodja. 2. Durchmesser, Indices und Wölbung von 51 Verbrecherschädeln.

Jaquet. Physiologische Wirkung des Höhenklimas.

Dr. phil. Othm. Em. Imhof.

Auszug aus dem Compte Rendu, Arch. Sc. phys. et nat., Nov.-Dez. 1900, Genève.

Ocelli Insectorum.

Von Dr. phil. **Othm. Em. Imhof.**

Continuatio 1.

Pseudoneuroptera et Neuroptera.

Larvae. Wie letzthin erwähnt, besitzen Insektenlarven eine ansehnliche Zahl Ocelli. Die *Neuroptera* bieten nach Brauer 1857 einige solche Repräsentanten.

Fam. *Myrmeleontidae.* Die Genera *Ascalaphus* Fs. und *Myrmeleon* v. L. tragen auf dem Kopf jederseits auf einem Hügel 6 Punktaugen.

Fam. *Sialidae.* Die drei europäischen Genera besitzen jederseits 4 -7 Punktaugen. Genus *Inocellia* Schnd. je 4 Ocellen. Genus *Sialis* Ll. je 6 Ocellen. Genus *Raphidia* v. L. je 7 Ocellen.

Imagines. Die Bearbeitung beruht hauptsächlich auf den Faunen von Brauer und Rostock. Ich verbinde damit wieder Angaben zur Orientierung über die Repräsentation der Familien im ganzen und ihre an Zahl reichsten Genera.

Neuroptera genuina.

I. *Trichoptera.* 1. Fam. *Phryganeidae.* Unsere 5 europäischen Genera dieser kleinen Familie, *Phryganea* v. L., 6 Species und *Neuronia* Leh. 7 Species als reichste Vertretung, haben je 3 Ocellen.

2. Fam. *Limnophilidae.* Diese an Genera reichste Familie, 32, der *Trichoptera* und der beiden ganzen Abteilungen weist allgemein 3 Ocellen auf. Die Größe der Ocellen ist zuweilen verschieden, das mittlere kleiner als die lateralen, z. B. *Micropterna* Stn. Die reichsten Genera sind: *Chactopteryx* St. 8 Species, *Apatania*

Klt, 8 Species, *Drusus* St. 11 Species, *Halesus* St. 14 Species, *Stenophylax* Kent. 23 Species, *Limnophilus* Lch. 40 Species.

3. Fam. *Sericostomidae.* Die ziemlich artenreiche Familie, 62 Species, entbehrt bei unseren europäischen Arten der Ocellen. Die drei artenreichsten Genera sind: *Silo* Cts., 7 Species, *Micrasema* M. 11 Species und *Sericostoma* Lll. 17 Species.

4. Fam. *Leptoceridae.* Punktaugen fehlen. Die reichsten Gattungen bilden: *Occetis* M. 7 Species und *Leptocerus* Lch. 20 Species.

5. Fam. *Hydropsychidae.* Die Familie weist 16 Genera auf, von denen sicher nur 4: *Philopotamus* Lch., *Dolophilus* M., *Wormaldia* M. und *Chimarrha* Lch. Ocellen besitzen, während von 7 Gattungen das Fehlen von Ocellen notiert wurde: *Hydropsyche* P., *Diplectrona* W., *Arctopsyche* M., *Neureclipsis* M., *Tinodes* Lch., *Lype* M. und *Psychomia* Lll. — Reichste Vertretung: *Philopotamus* Lch. 7 Species, *Plectrocnemia* St. 8 Species, *Tinodes* Lch. 11 Species und *Hydropsyche* P. 13 Species.

6. Fam. *Rhyacophilidae.* Von den 7 Genera wurden 2 mit Vorhandensein von Punktaugen aufgeführt: *Rhyacophila* P. und *Glossosoma* Cts. . . Nur das den Familiennamen gebende Genus hat eine ansehnliche Zahl Species, 32, ist nach *Limnophilus* Lch. mit 40 die höchste Zahl.

7. Fam. *Hydroptilidae.* Wir finden über alle 7 zugehörigen Genera spezielle Angaben. Ohne Ocellen: *Hydroptilia* Dem., *Orthotrichia* Etn. Mit Ocellen: *Agraylea* Cts., *Allotrichia* M., *Ithyotricha* Etn., *Stactobia* M. und *Oxyethira* Etn., *Hydroptilia* Dem. zählt am meisten Arten, 6.

Uebersicht.	Genera	Species
1. *Phryganeidae.* Alle mit Punktaugen	5	15
2. *Limnophilidae.* Mit P.	32	154
3. *Sericostomidae.* Europäische Arten ohne P.	14	62
4. *Leptoceridae.* Keine P.	14	65
5. *Hydropsychidae.* Zum Teil mit, zum Teil ohne P. . .	16	76
6. *Rhyacophilidae.* Mit P.	6	41
7. *Hydroptilidae.* Ohne und mit P.	7	20
Total: 94 Genera, 433 Species.		

II. *Planipennia.* 1. Fam. *Myrmeleontidae.* Ueber diese 12 Genera enthaltende Familie geben weder Brauer noch Rostock Angaben über Punktaugen. Bei *Ascalaphus* Fs. suchte ich vergeblich danach. *Myrmeleo* v. L. zählt 7 Species, *Ascalaphus* Fs. 13 Species.

2. Fam. *Hemerobidae.* Keine Punktaugen haben: *Sisyra* Bstr., *Drepanopteryx* Lch., *Psectra* Hgn., *Hemerobius* v. L. und *Chrysopa* Lch. — 3 Punktaugen besitzen: *Osmylus* Lll. und *Dilar* Rmb. Bei ersterer Gattung liegen sie nahe beieinander, gleich entfernt voneinander, etwas über der Antennenbasis. — Reichste Vertretung: *Hemerobius* v. L. 18 Species, *Chrysopa* Lch. 36 Species.

3. Fam. *Coniopterygidae.* Diese kleine Familie sehr kleiner Tiere besteht nur aus 2 Genera: *Aleuropteryx* Lw. mit 1 Species und *Coniopteryx* Cts. mit 4 Species. Nur von *Aleuropteryx* Lw. findet sich die Angabe des Fehlens von Punktaugen.

4. Fam. *Sialidae.* Von den 3 Genera: *Sialis* Lll., *Raphidia* v. L. und *Inocellia* Schndr. hat nur *Raphidia* v. L. 3 Ocelli auf dem Scheitel. *Raphidia* v. L. zählt 16 Species.

5. Fam. *Mantispidae.* Ueber die einzige Gattung *Mantispa* Ill. finden wir keine ocellenbezügliche Angabe.

6. Fam. *Panorpidae.* Die bisherigen Kenntnisse lauten: *Panorpa* v. L. und *Bittacus* Ll. haben 3 Ocellen, *Boreus* Ll. 0-Ocellen. An 2 *Boreus*exemplaren konstatierte ich je 3 sehr feine Punktaugen, das mediane etwas kleinere nahe der Fühlerbasis, die lateralen im oberen Kopfaußenwinkel neben den Facettenaugen, besonders an dem einen ganz hellen, fast weißen Exemplar sehr schön sichtbar. Auch bei dem Genus *Panorpa* v. L. ist das mediane Auge kleiner. Die 3 Punktaugen sind näher zusammengerückt. *Panorpa* v. L. hat 10 Species.

Uebersicht.	Genera	Species
1. *Myrmeleontidae.* Angaben fehlen	12	40
2. *Hemerobidae.* Meist ohne P., 2 Genera mit P. . . .	12	79
3. *Coniopterygidae.* 1 Genus ohne P.	2	5
4. *Sialidae.* Ohne und mit P., 1 Genus	3	16
5. *Mantispidae.* Angaben fehlen	1	2
6. *Panorpidae.* Alle mit 3 P.	3	15

Total: 33 Genera, 157 Species.

Pseudoneuroptera.

I. *Breviantennaria mihi.* 1. Fam. *Odonata.* Einige Angaben über Punktaugen finden wir in Tümpels Orthopteren-Werk. *Libellulidae* Wstwd., keine Angaben; *Aeschnidae* Sls., 3 Punktaugen in einer Linie bei dem Genus *Gomphus* Sls.; *Cordulegaster* Lch., Punktaugen in einem Dreieck; *Anax* Lch., Punktaugen in einer Linie; *Agrionidae* M., Punktaugen in einem Dreieck. Die lateralen Punktaugen sehen nach links und rechts, das mittlere nach vorn, bei den in einer Linie liegenden besonders eigentümlich aussehend. Die an Arten reicheren 22 Genera sind: *Lestes* Lck. 7 Species; *Sympetrum* Nwm., *Orthetrum* Nwm. und *Gomphus* Lck. 9 Species; *Aeschna* Fs. 10 Species und *Agrion* Fs. 24 Species.

2. Fam. *Ephemeridae.* Ueber diese Familie gaben Brauer und Rostock keine Angaben über Ocellen. Es dürften ziemlich allgemein 3 meist ordentlich große Ocellen vorhanden sein. Die Systematik der Ephemeriden ist sehr schwierig, weil viele Arten in Färbung und Flügeladerung sehr zu variieren scheinen. Pictet's Bearbeitung der Ephemeriden enthält eine Anzahl von Kopfabbildung von:

Ephemera vulgata v. L
Palingenia virgo Olv.
„ *puella* P.
„ *albicans* Pch.
„ *longicauda* Olv.
Baëtis fluminum P.
„ *semitincta* P.
Baëtis cerea P.
„ *sulphurea* M.
Potamanthus erythrophthalmus Schk.
Cloë rhodani P.
Caenis lactea Hffgg.
Oligoneura anomala Kllr.

ohne in den Beschreibungen der Punktaugen zu gedenken.

Diese Abbildungen lassen zweierlei Stellungen erkennen. Zwei obere oder hintere laterale und nahe oder ganz am Vorderrand der Kopfoberfläche das mediane. Dies dürfte für die ganze Familie wie überhaupt für die Insekten mit wenigen Ausnahmen Geltung haben. Umgekehrte Stellung fand Pictet bei 3 Species der Gattung *Baëtis*: *semicincta* P., *cerea* P. und *sulphurea* M.,

die Abbildungen: Tf. XXII, Fig. 3, Tf. XXIII, Fig. 2 und 3. Sie zeigen die 2 lateralen Punktaugen vorn, das mediane rückwärts davon. Diese Lagerung, exceptionelle Position wurde auch bei den *Diptera* aufgeführt.

Auf einer kurzen zapfenartigen Erhebung werden die Ocellen bei *Ephemera vulgata* v. L. und *Palingenia virgo* Olv. getragen. Wenn ich die Abbildung 3 Tf. XXXIX von *Cloë rhodani* P. M. richtig deute, so hat diese Species 5 einfache Augen: 2 auf der Mitte des Kopfes, 1 am Vorderende und je ein auffallend großes über der Fühlerbasis. Vielleicht sind aber diese letzteren facettierte Augen.

Westwoods ausgezeichnetes Werk über die Klassifikation der Insekten enthält Bd. 11 p. 25: Ocelli 3 between triangle, anterior often small, 2 laterals on peduncles, mit Abbildung.

Die Umrissform der Ocelli der Ephemeriden ist kreisrund wie bei *Baëtis, Potamanthus, Caenis* und *Cloë*, sehr oft etwas elliptisch und nicht scharf kontouriert, schief erhaben. Die Größenverhältnisse variieren ebenfalls. Das vordere oder mittlere Auge ist bei einigen kleiner, bei einigen größer als die lateralen. Von den 17 europäischen Genera sind nur 3 artenreicher: *Leptophlebia* Wstwd. 10 Species, *Baëtis* Lch. 13 Species und *Heptagenia* Wlsh. 21 Species.

II. *Longiantennaria* mihi. 3. Fam. *Perlidae.* Die ganze Familie dürfte je 3 Punktaugen besitzen. Pictet's zahlreiche Kopfabbildungen enthalten einige mit nur 2 Punktaugen. Leider hat dieser Autor auch in dieser Familie unterlassen, in den Beschreibungen darauf einzugehen. Mit 2 Ocellen sind abgebildet: *Perla luteola* Bstr. Tf. XXVI Fig. 7, *P. litura* P. Tf. XXIV Fig. 1, *P. longicauda*, P. Tf. XXIII Fig. 3, *P. dilaticollis* Bstr. Tf. XXIII Fig. 7 und 8 und *P. hyalina* Kllr. Tf. XXI Fig. 5—7.

Ob *Perla intricata* Tf. VII Fig. 6 mehr als 3 Ocellen besitzt, wie die Zeichnung annehmen ließe, ist noch zu untersuchen. Die Abbildungen zeigen durchweg die gewöhnliche Dreieckstellung, mit 2 Ausnahmen: *Perla vitripennis* Bstr. und *Perla gayi* P., Tf. XX Fig. 2, Tf. X Fig. 3, wo das mediane Auge rückwärts von den 2 lateralen liegt.

Die Ocellen der Perliden erheben sich meist mit scharfer Begrenzung der *Cornea* auf der Kopfdecke, sind kreisrund und ungestielt. *Pteronarcys* Nwn. und *Kollaria* P. außereuropäische Arten haben elliptische laterale Punktaugen. Westwood gab Abbildungen von *Perla marginata* Pnzr. In Bezug auf die Facettenaugen liegen die einfachen Augen z. T. vor, z. T. zwischen oder hinter denselben.

Zuweilen sind die 3 Punktaugen verschiedener Größe. Z. B. hat *Perla cephalotes* Cts. ein kleineres Vorderauge und *Dictyopteryx alpina* P. ein größeres Vorderauge. Reichere Vertretung haben: *Dictyopteryx* P., *Chloroperla* Nwn. und *Leuctra* St. je 7 Species, *Isopteryx* P. 8 Species, *Nemura* Lll. 10 Species und *Perla* Gff. 18 Species.

4. Fam. *Psocidae.* Diese namentlich durch das Flügelgeäder eigen ausgezeichnete Familie ist noch wenig auf die Punktaugen erforscht. Die wenigen Angaben von Rostock und Kolbe lauten:

Psocidae, mit oder ohne Punktaugen; Genus *Psocus* 3 Punktaugen, *Stenopsocus, Amphigerontia* und *Philotarsus* Punktaugen vorhanden.

Brauer: Punktaugen im Dreieck.

Westwood enthielt schon 2 Abbildungen von Psocidenköpfen mit 3 Punktaugen, der eine mit sichtbar größerem medianem Auge.

Für die Familie der Psociden ergiebt sich die Kleinheit und besonders die sehr genäherte Stellung meist inmitten der vorderen Kopffläche, oft auf einem kreisrunden oder ovalen, z. B. bei *Stenopsocus* circumcripten Feld, das sich etwas über die Stirnfläche erhebt.

Bei *Pterodela* Klb. ist die Punktaugengruppe näher der oberen Kopfseite, bei *Graphopsocus* Klb. zwischen den Facettenaugen, bei *Stenopsocus* Hgn. wenig tiefer. Bei den ungeflügelten oder nur mit rudimentären Flügeln versehenen Psociden, *Troctini Psoquillini* und *Atropini* scheinen die Punktaugen ganz zu fehlen. Die Mehrzahl der Gattungen haben nur wenige Arten. Von den 25 Genera kennen wir je 1 Species von 14 Gattungen. *Amphigerontia* Klb. und *Peripsocus* Hgn. 4 Species, *Elipsocus* Hgn. 5 Species, *Atropos* Leh. 6 Species, *Caecilius* Cts. 7 Species und *Psocus* Ll. 10 Species.

5. Fam. *Termitidae.* Europäisch ist von dieser tropischen Familie nur 1 Species. Nach Westwood besitzen diese Tiere 3 Punktaugen (Abbildungen 58 Fig. 2) in der seltenen Stellung: laterale vorn, medianes rückwärts und größer als die lateralen. Brauer sagt: vor jedem Netzauge 1 Punktauge, demnach wären nur 2 Punktaugen vorhanden.

6. Fam. *Embidae.* Brauer. Nebenaugen fehlen. Wir kennen nur 1 europäische Species.

Uebersicht.	Genera	Species
1. *Odonata.* Stets 3 P.	21	100
2. *Ephemeridae.* 3 P.	17	75
3. *Perlidae.* Stets 3 P., vielleicht nur 2	9	65
4. *Psocidae,* 0 oder 3 P.	25	60
5. *Termitidae.* 2 oder 3 P.	1	1
6. *Embidae.* 0 P.	1	1
Total: 74 Genera, 302 Species.		

Hauptgruppen.	Genera	Species
1. *Trichoptera.* 0 oder 3 P.	94	433
2. *Planipennia.* 0 oder 3 P.	33	157
Neuroptera genuina:	127	590
1. *Breviantennaria.* 3 P.	38	175
2. *Longiantennaria.* 0, 2 oder 3. P.	36	127
Pseudoneuroptera:	74	302

[25]

Fauna Lacuum.

Von Dr. phil. Othm. Em. Imhof.

Flagellata.

Die vor etwa 15 Jahren kaum berücksichtigte gehäusebildende Flagellatengruppe *Dinobryonida* scheint, wie die Seenforschungen darthun, reiche Mannigfaltigkeit zu besitzen. Namentlich der Botaniker, Herr E. Lemmermann in Bremen, suchte mit Erfolg diese vorzugsweise pelagisch lebenden Organismen ge-

nauer kennen zu lernen. Seine neueste Arbeit führt nun 8 echte Dinobryonarten und 9 Varietäten auf, von den ersteren sind nur 3 älteren Datums: *sertularia* Ebg., *sociale* Ebg. und *stipitatum* St.

Die nach seiner Auffassung als Species aufzustellenden Formen sind: 1. *sertularia* Ebg., 2. *protuberans* Lnn., 3. *sociale* Ebg., 4. *stipitatum* St., 5. *elongatum* Jf., 6. *cylindricum* Jf., 7. *balticum* Lnn., 8. *bütschli* Jf.

Als Varietäten betrachtet der Autor:

thyrsoideum Chdt. } *sertularia* Ebg.
alpinum Jf. }
bavaricum Jf. — *stipitatum* St.
undulatum Lnn. — *elongatum* Jf.

palustre Lnn. }
schauinslandi Lnn. }
pediforme Lnn. } *cylindricum* Jf.
divergens Jf. }
angulatum Slg. }

Hierzu kommen 3, die er als zweifelhaft bezeichnet. 9. *petiolatum* Ddn., 10. *juniperinum* Ewld., 11. *gracile* Prd.

Nach dem Vorgehen Lauterborn's vereinigt auch Lemmermann die Formen zu einem Subgenus *Eudinobryon* Lbrn. und zieht 5 weitere Arten in 2 Subgenera dazu. 1. Subgenus *Eudinobryon* Lbrn. 1—8; 2. Subgenus *Epipyxis* Lbrn., *utriculus* (Ebg.) *eurystoma* Lnn. und *stokesi* Lnn.; 3. Subgenus *Dinobryonopsis* Lnn., *undulatum* Lnn., *marssoni* Lnn. und *spirale* Lnn.

Dieser Vereinigung aller dieser 14 Species und 9 Varietäten zu einem Genus kann ich zur Zeit nicht beipflichten, ebenso der Gruppierung der Varietäten, besonders der 5 Varietäten des *cylindricum* Jf. Ich bemerke, dass die Erkennung des Gehäusecharakters ziemlich schwierig ist. Meine Beschreibungen und Größenverhältnisangaben lassen mit den bisherigen keine Verwechslung zu.

Vorkommen.

Außereuropäische Formen. *Epipyxis eurystoma* Stks. und *Epip. stokesi* Lnn. in Nordamerika. In mehreren Kontinenten wurden gefunden: *Dinobryon sertularia* Ebg., Europa, Nordamerika, Grönland, Molokei. *D. protuberans* Lnn., Europa und Australien. *D. stipitatum* St., Europa und Amerika. *D. elongatum* Jf., Europa und Grönland. *D. cylindricum* Jf., *schauinslandi* Lnn., Europa (Tirol, Plansee mihi) und Australien (Neuseeland, Wakatipusee).

In salzigem oder Brackwasser. *Dinobryon sertularia* Ebg., Europa, Nordamerika, Grönland und Molokai; *D. balticum* Schtt.. Nordsee, Ostsee, bei Spitzbergen und Grönland. Nur im Brackwasser.

Bewegungsweise. In ungestörten Verhältnissen ist die Fortbewegung der Kolonien mindestens wie die der *Volvox-* und *Conochilus*-Kolonien.

Fortpflanzung. Die Art der Vermehrung ist noch nicht vollkommen erkannt. Oefter fand ich in den Gehäusen der Kolonien zahlreiche kleine sporenähnliche Körperchen. Ich vermute, dass dieselben „Sporen"-Bildungen sind, die dann das zeitweise massenhafte Erscheinen der Dinobryonkolonien im pelagischen Gebiet der Seen erklären können.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. August 1901.** **Nr. 15.**

Inhalt: **Spuler**, Ottmar Hofmann †. — **Carlgren**, Die Brutpflege der Actiniarien. — **Selenka**, Die Gleichartigkeit der Embryonalformen bei Primaten. — **Rádl**, Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie (Fortsetzung).

Ottmar Hofmann †.

Im letzten Jahre des 19. Jahrhunderts, am 22. Februar, verschied nach längerem Leiden in Regensburg der K. Kreismedizinal- und Regierungsrat Dr. O. Hofmann. Was er in seinem arbeitsreichen Leben als Arzt und Hygieniker geleistet, das hat uns in der Münchener medizinischen Wochenschrift als letztes Zeichen jahrzehntelanger Freundschaft Hofrat Dr. Brauser in Regensburg, der verdienstvolle Vorkämpfer in ärztlichen Standesinteressen, den nun auch schon der kühle Rasen deckt, geschildert. Was er als Naturforscher erstrebt, erreicht, darüber haben manche entomologische Fachblätter in Nachrufen berichtet, nicht nur in Deutschland, auch im Ausland.

So finden wir in „The Entomologists Monthly Magazine“ von dem berufensten englischen Forscher, Lord Walsingham seine Verdienste gewürdigt: „Entomologists throughout the world will lament the loss to science of an indefatigable worker, a careful and conscientious observer, and a faithful recorder of a mass of useful information, which has added greatly to our knowledge.“

Seine Verdienste um die Popularisierung naturwissenschaftlicher Kenntnis und die Förderung wissenschaftlichen Strebens und Lebens in seinem Wirkungskreis sind groß und auch schon eingehender gewürdigt worden. Es sei uns gestattet, vor dem weiteren Leserkreis gerade dieser Zeitschrift dieses Arztes und Forschers zu gedenken, weil er sein ganzes arbeitsreiches Leben hindurch die meisten Mußestunden der Biologie gewidmet hat.

Schon mit 19 Jahren begann er mit dem hervorragendsten Forscher, der bisher auf dem Gebiete thätig gewesen, dessen Schüler zu sein — dessen einziger allerdings, der dem Meister gleichkam — er das große

Glück hatte, mit G. A. Herrich-Schäffer zusammen, eine Lepidopterenfauna von Regensburg und Umgegend herauszugeben; in jungen Jahren hatte er sich also schon eine große Artenkenntnis erworben — und diese große Artenkenntnis allein schärft das Auge so, wie es der Systematiker braucht, dem der Habitus das meiste zu sagen hat, wie Herrich-Schäffer stets und sehr richtig betont hat, eine Anschauung, der sich auch O. Hofmann ganz anschloss. Später im Leben kommt nur selten jemand dazu, diese Kenntnis im breitesten Rahmen nachzuholen, daher die wenigen Arbeiter, welche die Systematik auf diesen schwierigen Gebieten wirklich gefördert haben; — daher leider auch das Herabsehen auf jederlei systematische Arbeit von seiten mancher zünftiger Zoologen, deren Formenkenntnis und Gedächtnis eben zur systematischen Arbeit in formenreichen Gruppen nicht ausreicht, auf die Arbeit, deren ausschlaggebende Bedeutung für viele Fragen der Descendenzlehre noch immer nicht genügend gewürdigt wird.

In Erlangen studierte Hofmann Medizin, ein Studium, das ihm Gelegenheit bot, sich in sämtlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen eine gediegene Grundlage zu verschaffen. Daneben vernachlässigte er das eigentliche medizinische Fachstudium nicht, wie die erste Note beweist, die er im Examen erhielt; aber die Vorliebe für die Entomologie erlosch auch nicht, trotzdem er mehrere Jahre bei Will vergl. anatomischer Assistent war. Seine medizinische Dissertation zeigt uns dies; „Ueber die Naturgeschichte der Psychiden" lautet ihr Titel.

Noch nicht lange war es damals her, dass C. Reutti zuerst bei Solenobien (Psychiden) direkt Parthenogenesis beobachtet hatte. O. Hofmann's Arbeit brachte neben der speziellen Klarstellung vieler Punkte in der Naturgeschichte dieser eigenartigen Tiere mit ihren flügellosen, teilweise madenförmigen Weibchen sehr wichtige Beiträge zur Lehre von der fakultativen Parthenogenese. Schon diese Arbeit zeigt deutlich, wie sehr das Interesse Hofmann's den großen, allgemeinen biologischen Problemen zugewandt war, und so ist es geblieben während seines ganzen Lebens, wesentlich ermöglicht durch seine erstaunlich vielseitigen, gediegenen Kenntnisse auf fast allen naturwissenschaftlichen Gebieten. Was er uns geliefert an Publikationen, alles ist von musterhafter Klarheit und Gründlichkeit. Lange Jahre waren es meist nur Beobachtungen über neue Arten oder über die Biologie bekannter Formen. Seine unermüdliche amtliche Thätigkeit, namentlich da er als Bezirksarzt in Obernburg a. M. und in Würzburg wirkte, erlaubte ihm lange Jahre lang kaum, sich mit seinen Lieblingen zu beschäftigen. Deutlich zeigt dies die Lücke von 1877—88 in seinen lepidopterologischen Veröffentlichungen.

Seitdem er 1881 Kreismedizinalrat in Regensburg geworden, befand er sich in behaglicherem Wirkungskreis und hatte — frei nunmehr auch

von Privatpraxis — mehr Muße für seine Lieblingsstudien. Zunächst machte er sich daran, die Schmetterlinge aufs Gründlichste daraufhin zu studieren, wie sich ihre Systematik einmal im Interesse der Feststellung der Arten auf schärfere, anatomische Merkmale gründen, vor allem aber natürlich, d. h. so gestalten ließe, dass unsere phylogenetischen Anschauungen in ihr zum Ausdruck kämen. Die „Beiträge zur Kenntnis der Butaliden" (Stett. ent. Z. 1888 p. 335—347, 1 Taf.) sind das erste Resultat dieser mühevollen Studien. Immer mehr tritt von nun an der Forscher gegenüber dem Sammler in den Vordergrund. In dieser Zeit lernte ich ihn persönlich kennen. Er war gegen den so viel jüngeren Mann von so gewinnender Güte, so frei, trotz seiner angesehenen öffentlichen Stellung, von der Einbildung, diese autorisiere als solche irgendwie auf geistigem Gebiet, wie ich es selten in meinem Leben wieder getroffen habe. Und dabei war er anerkannt der erste auf seinem Gebiete, was die Gründlichkeit und Wissenschaftlichkeit seiner Arbeiten, gepaart mit seinen Kenntnissen in artsystematischer und biologischer Richtung anlangte. Ich fand in ihm einen väterlichen Freund, bald war unser wissenschaftlicher Meinungsaustausch so rege, dass wir jede nicht rein deskriptive Frage vor ihrer Veröffentlichung besprachen. Ich konnte sehen, wie er sich immer allgemeineren Problemen zuwandte, eifriger auch die ausländische Litteratur verfolgte; „die deutschen Pterophoriden" und „die Orneodiden des paläarktischen Gebietes", beide Monographien als meisterhaft anerkannt, sind Zeugen, welcher Art nunmehr seine Studien waren. Rastlos hat er in den letzten Jahren gearbeitet, jetzt, wo wir ihn nicht mehr haben, könnte man meinen, in Vorahnung eines nahen Endes, um uns noch möglichst viel von seinen Kenntnissen zu übermachen, damit man nicht von ihm sagen könne, wie vor wenig Jahren von C. Reutti, als dieser plötzlich verstarb: er hat fast alles mit sich ins Grab genommen. Manche noch nicht publizierten Arbeiten dieser letzten Jahre sind ziemlich weit gediehen; hoffen wir, dass die eine oder andere in absehbarer Zeit erscheine, damit wir nach seinem Tode noch von ihm lernen. Er trug sich mit dem Gedanken, die „Schmetterlinge Europas", die sein Bruder seiner Zeit herausgegeben und die ihm manches Kopfschütteln verursachten, vollständig modern zu bearbeiten mit Hereinziehung der sogen. Mikrolepidoptera. Dies sollte der Abschluss seines Lebens sein — er hat ihn nicht erreicht, allzufrüh ist er heimgegangen.

Neunzehn Jahre hat er aufs verdienstvollste in seiner amtlichen Stellung, frei von jedem Streben nach äußeren Ehren, gewirkt, in einer Stellung, in der ihn nur hie und da das verdross, „dass der Nichtjurist nicht einmal vorübergehend im stande sei, den Vorsitz im Kollegium zu führen, während doch die Juristen von den Lebensbedingungen der Menschen, Tiere und Pflanzen, den hygienischen und unhygienischen Zuständen, die doch vor allem für Entschließungen der Verwaltung bestimmend

sein sollten, zumeist nicht nur nichts verstünden, sondern geradezu unfähig wären, dem Gedankengang des Fachmannes zu folgen". Hätte ich dies bittere Urteil nicht erwähnt, es fehlte ein Zug im Bilde dieses sonst so milden und nachsichtigen Geistes.

Er hat ein ideales Leben gelebt, ein edler Mensch, wahr durch und durch, hochbegabt und das gesamte naturwissenschaftliche Gebiet wie selten einer übersehend. In glücklichstem Familienleben, von zahlreichen Freunden umgeben, von allen verehrt, die ihn kannten, so ist er seinen Forscherpfad gewandelt, ein leuchtendes Beispiel dafür, wie sehr die innige Beschäftigung mit einer wissenschaftlichen, speziell naturwissenschaftlichen Disziplin das geistige Leben veredelt, gerade das Leben des Arztes. Er hatte dies klar erkannt und daher sein verständnisvolles Interesse für die ärztlichen Standesfragen, für die heutige Lage der Aerzte, deren nur noch wenige in der Lage sind, solchem Ideale nachzuleben.

O. Hofmann's Sammlung der Tineen im weitesten Sinne, seine Manuskripte und Präparate sind in Lord Walsingham's Besitz übergegangen; — so sind die vielen kostbaren Typen, die sie enthält, in guter Hut — in Deutschland war wieder einmal niemand, weder ein Privatmann noch ein Staat, der sie uns erhalten hätte.

Zwar hat es unseren lieben Freund manchmal bedrückt, dass mit ihm die Blütezeit der Entomologie in Regensburg zu Ende gehen werde, aber er war der Meinung, dass endlich wieder sich Interesse und Verständnis für die Entomologie auch im Kreise der Zoologen zu regen beginne, dass die entomologischen, speziell die lepidopterologischen Studien einer besseren Zukunft entgegengingen. Wenn dem so zu sein scheint, so verdanken wir dies nicht zum geringsten Teil seiner Lebensarbeit und unsere Dankbarkeit gegen den Meister wird darin am besten zum Ausdruck gelangen, dass wir neue Arbeitskräfte seinem Lieblingsgebiete, dem klassischen tierischen Objekte für experimentell phylogenetische Arbeiten, zuwenden, soweit es uns möglich ist. [74]

Erlangen, Frühjahr 1901. **Arnold Spuler.**

Die Brutpflege der Actiniarien

von **Oskar Carlgren,**
Dozent an der Hochschule zu Stockholm.

Zu den interessantesten biologischen Erscheinungen gehört wohl die Art und Weise, auf welche die Brut von den Eltern gepflegt wird. Bei den höheren Tieren, den Vertebraten, ist diese Pflege eine weit verbreitete Erscheinung, die wohl immer mit einem Bewusstsein in Zusammenhang steht. Je tiefer man im Tierreich hinuntersteigt, um so seltener trifft man eine Brutpflege; die Befruchtung geschieht bei den Wassertieren gewöhnlich außerhalb des Muttertieres und die Jungen

durchlaufen oft ihre Entwicklung weit von den Eltern entfernt. Hier und da giebt es jedoch in den niederen Evertebraten-Gruppen lebendig gebärende Formen, die mit besonderen, für eine Brutpflege angepassten Einrichtungen versehen sind. Am meisten bekannt sind wohl diese Einrichtungen bei den Echinodermen. Dass auch bei den Anthozoen eine Brutpflege vorkommt, ist nicht so viel beachtet, daher dürfte es nicht ohne Interesse sein, dem Leser des biologischen Centralblattes mitzuteilen, was mir von diesen Erscheinungen bei den Actiniarien bekannt ist.

Von den Entwicklungsvorgängen der gattungs- und speciesreichen Actiniarien-Gruppe haben wir verhältnismäßig wenig Kenntnis. Bei verschiedenen Arten, so z. B. bei *Metridium marginatum* und *dianthus*, bei *Sagartia viduata*, *troglodytes* und *undata*, bei *Actinia Cari*, *Anemonia sulcata* und *Calliactis parasitica*, spielt sich die Befruchtung im Meere außerhalb des Muttertieres ab, andere Arten dagegen werfen nicht die Eier aus, sondern sowohl die Befruchtung als die Gastrulation geschehen in dem cölenterischen Raum der Muttertiere, wo auch die danach folgenden Stadien oft bis zu einem Zwölf-Tentakel-Stadium entstehen. So ist das Verhältnis bei vielen Arten der Gattung *Bunodactis* (Bunodes), *B. verrucosa*, *gemmacea*, *hermafroditica*, *stella*, bei *Cereactis aurantiaca*, *Heliactis bellis*, *Aulactinia stelloides*, *Rhodactis St. Thomae* und *Actinotryx coralligens* u. a.

Die Kammern oder der centrale Teil des cölenterischen Raums fungieren also in vielen Fällen als Bruträume. Aber während in südlichen Gegenden die Embryonen nur selten über ein Stadium mit zwölf Tentakeln in dem Körperinnern bleiben, ehe sie von der Mutter ausgeworfen werden, erreichen die in den Muttertieren sich entwickelnden Jungen der Genera *Urticina* und *Actinostola* aus arktischen Gegenden eine beträchtliche Größe, ehe sie ihren Schutzort verlassen. Fig. 1 zeigt uns einen Längsschnitt eines Exemplares von *Actinostola sibirica* aus dem sibirischen Eismeere. Innerhalb der großen Randstomata sieht man in den Radialkammern jeder Seite ein großes Junges. In dem Innern der *Actinostola spitzbergensis* habe ich Embryonen mit 48 Tentakeln gefunden.

Noch größer sind die in dem cölenterischen Raum angetroffenen Jungen der *Urticina crassicornis*. Ich habe schon (1893 p. 234) erwähnt, dass bei einer 2 cm langen und an dem proximalen Ende 2,7 cm breiten Mutter einer *Tealida*, die ich jetzt als *Urticina crassicornis* identifiziere, ein großes Junges sich fand, dessen Durchmesser 0,7 cm und dessen Höhe 1 cm betrug. Von den zahlreichen Exemplaren dieser Art, die ich aus verschiedenen Gegenden der Arktis untersucht habe, waren fast alle Weibchen mit Embryonen in dem Innern versehen. Die größeren dieser Jungen hatten ziemlich zahlreiche Tentakeln, so habe ich z. B. Junge mit 34 und 44 Tentakeln angetroffen und Junge

mit mehr als 24 Tentakeln sind nicht ungewöhnlich. Die Fig. 2 zeigt zwei *Urticina* aus dem Behringsmeer, links (*a*) das Muttertier, das mit 80 Tentakeln versehen ist, rechts (*b*) ein in der Mutter gefundenes Junges mit nicht weniger als 76 Tentakeln. Weil die Tentakelzahl der 10strahligen Individuen von *Urticina crassicornis* nicht mehr als 80 beträgt, hat das Junge also fast die vollständige Tentakelzahl. Verrill erwähnt (1864 p. 19) auch, dass *Rhodactinia Davisii*, eine Species, die teilweise mit *Urticina crassicornis* synonym ist, Junge von wechselnder Größe — mit 6, 12 oder 24 Tentakeln — aus dem Innern herauswirft. Inwieweit die mit etwa 60 Tentakeln versehenen Jungen in dem cölenterischen Raum angetroffen wurden, geht aus Verrill's Beschreibung nicht deutlich hervor.

Es giebt also bei den Actiniarien auch besonders ausgebildete Bruthöhlen, in denen die Jungen ihre Entwicklung durchmachen. Die erste Beschreibung solcher Bruträume giebt Verrill (1868 p. 329) bei

Fig. 1. Fig. 2a. Fig. 2b.

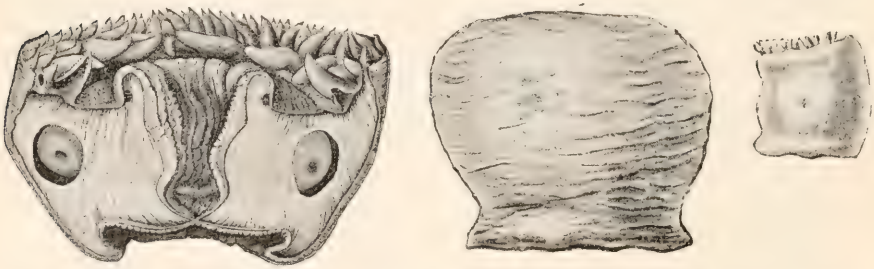


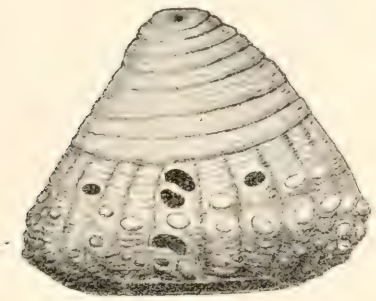
Fig. 1. Längsschnitt durch *Actinostola sibirica* Carlgr., nat. Größe; nach Carlgren 1893.

Fig. 2 *a* u. *b*. *Urticina crassicornis* O. F. Müll. *a* Mutter; *b* ein in der Mutter gefundenes Junge. Beide in nat. Größe.

Phellia arctica, aber er hat die Erscheinung ganz missgedeutet, indem er die Jungen für Parasiten hielt. Verrill schreibt nämlich: toward the base of the column there are, in the only specimen seen, smooth, yellow, spherical, ova-like bodies, embedded in circular cavities formed in the epidermis and true wall, which are partially open outwardly so as to expose a small portion of the enclosed body, which can be easily removed by enlarging the opening of the cavities. These are arranged pretty regularly in quincunx, in four transverse rows all around the lower third of the column, and rather distant. They are about one 5. of an inch in diameter and their nature is quite uncertain. Possibly they are the eggs of some parasits." In einer späteren Arbeit (1869), in der Verrill auch die Parasiten bei *Phellia arctica* erwähnt (p. 490), beschreibt er eine Species, *Epiactis prolifera*, die kleine Jungen an dem unteren Teil der Körperwand trägt. Wir lassen Verrill

hier mit eigenen Worten sprechen: „(p. 492) near the base it (column) is surrounded by a circular wrinkle or depression, upon which there are borne a variable number of young of various sizes, appearing as if originating from surface buds, but possibly produced from ova attached in this place to the skin. These young may be removed without rupture of the integument, although they adhere quite firmly and leave a depression in the surface of the skin, but there are no apparent lateral openings in the wall . . . (p. 493): The young borne upon the sides give this Actinians a very singular appearence and are very remarkable since nothing of the kind has apparently been previously observed. Whether they should be regarded as buds or as ova temporarily attached and developed in this position, I am unable to determine from the preserved specimens, but in either case they appear to remain attached for a considerable time and probably derive

Fig. 3. Fig. 4.



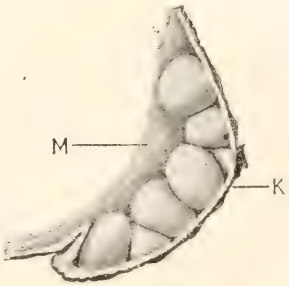


Fig. 3—4. *Epiactis marsupialis* Carlgr.
Fig. 3. $^1/_2$ mal vergrößert; nach Carlgren 1893.
Fig. 4. Bruttaschen von der Seite gesehen mit Körperwand und Mesenterium. *K*: Körperwand. *M*: Mesenterium. Vergr. 3/1.

nutriment from the parent; the smallest observed have already 6 small tentacles“ . . . Obgleich Verrill also nicht entscheiden kann, ob die Embryonen durch geschlechtliche oder geschlechtslose Fortpflanzung entstanden sind, geht aus seiner Aeußerung hervor, dass er geneigt ist, anzunehmen, dass die Jungen durch Knospung gebildet werden.

Im Jahre 1893 beschrieb ich zum erstenmal eingehend die Einrichtungen für Brutpflege, die bei einer den Tealiden angehörenden, nicht näher bestimmten, während der Vega-Expedition eingesammelten Aktinie vorhanden waren. Drei Exemplare dieser Species, die ich jetzt *Epiactis marsupialis* nenne, waren in der proximalen Hälfte der Körperwand mit Längsreihen von Säckchen versehen, die durch Einstülpungen von der ektodermalen Seite gebildet und gegen den cölenterischen Raum zu ausgedehnt waren. Jedes dieser Säckchen enthielt einen Embryo. Fig. 3 zeigt uns das mit Jungen am zahlreichsten versehene Exemplar ein-

halbmal vergrößert. Die Knoten repräsentieren die in den Säckchen eingeschlossenen Embryonen, die, obgleich sie in ektodermalen Einsenkungen liegen, infolge der starken Kontraktion des übrigen Teils der Körperwand als rundliche Erhöhungen hervortreten. Die schwarzen Höhlungen der Figur stellen solche Säckchen vor, die von den Embryonen verlassen waren oder aus denen die Jungen von mir wegpräpariert sind. Hauptsächlich in den Exocoelen, aber auch in den Endocoelen treten die Einstülpungen, die gegen das Innere zu je nach der Entwicklung der Embryonen größere oder mindere rundliche Säckchen (Fig. 4) bilden, auf. Fig. 5 stellt eine, ein wenig schematische Abbildung eines Längsschnittes durch die Körperwand mit einem Brut-

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 5—6. *Epiactis marsupialis* Carlgr. Längsschnitt durch die Körperwand. *Ek*: Ektoderm; *En*: Entoderm; *Me*: Mesogloea; *rm*: Ringmuskelschicht der Körperwand; *a*: durch Schleim zusammengepackte fremde Gegenstände; nach Carlgren 1893. Fig. 5 mit einem Brutraum. In dem Brutraum sieht man ein durchgeschnittenes Junges. Fig. 6. Ein Brutraum in Rückbildung.

raum vor, in dem ein Junges liegt. Alle Details des durchgeschnittenen Jungen sind nicht gezeichnet; man sieht, dass das eingezogene orale Ende des Jungen nach innen, die Fußscheibe nach außen gerichtet ist — gewöhnlich trifft man die Embryonen in dieser Stellung oder in der umgekehrten mit dem oralen Ende nach außen. Alle drei Schichten der Einstülpung sind sehr dünn, die gut entwickelte entodermale Ringmuskelschicht der Körperwand fehlt der inneren Partie der Säckchen, nur an dem Rande der Einstülpung findet man eine ziemlich gut entwickelte Muskelschicht.

Bei dem mit Bruträumen am besten entwickelten Exemplar waren zahlreiche Embryonen vorhanden, bei einem zweiten waren sie mehr

spärlich und bei einem dritten fand ich nur einige Bruthöhlungen mit Jungen, dagegen mehrere Einstülpungen ohne Embryonen. Fig. 6 zeigt einen solchen Brutraum im Durchschnitt. In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich ausgesprochen, dass diese Einstülpungen in beginnender Entwicklung sich befanden, jetzt halte ich es indessen für viel wahrscheinlicher, dass es Bruträume in Rückbildung sind, weil ich bei einem vierten Weibchen keine Spuren von Bruträumen fand.

Die Embryonen der Einstülpungen befanden sich in zwei Entwicklungsstadien. Die am besten entwickelten waren mit 12 Tentakeln und 6 bis 12 Mesenterienpaaren versehen, während die übrigen bei äußerer Betrachtung an Eier erinnerten. An Schnitten waren sowohl die Schlundrohreinstülpung als mehrere Mesenterienpaare, am höchsten 6, deutlich erkennbar, das Innere war fast ganz mit Dotterschollen erfüllt, nur in dem oberen Teil des Embryos waren sie resorbiert und das Entoderm nur teilweise differenziert.

1896 erwähnt Kwietniewski, dass er in der obersten Partie der Körperwand bei *Leiotealia spitzbergensis* — einer Aktinie, die wenigstens teilweise mit *Urticina crassicornis*, teilweise wahrscheinlich mit Verrill's *Epigonactis* identisch ist (vergl. unten!) — einen Brutraum fand von ähnlichem Bau wie die meiner oben erwähnten Species (*E. marsupialis*). In dem Brutraum war ein mit einem Tentakelkranz versehener Embryo vorhanden.

Bisher waren Bruträume bei den Actiniarien nur aus der Arktis bekannt. Um so interessanter war es, ganz dieselben Schutzeinrichtungen der Brut bei einer antarktischen Aktinie zu finden. Bei einer aus Süd-Georgien stammenden Actiniide, *Condylactis georgiana* (Pfeff.) Carlgr. beobachtete ich nämlich (1898 p. 14) auf der ganzen Fläche der Körperwand der Weibchen ganz ähnliche Bruthöhlen wie bei *Epiactis marsupialis*. Wie bei dieser Species waren die Bruträume sowohl in den Exo- als in den Endocoelen eingestülpt. In jedem Brutraum waren 1 bis 3 Junge vorhanden. Bruträume mit zwei Jungen fanden sich nicht ungewöhnlich. Die Embryonen waren in zwei Entwicklungsstadien vorhanden, teils im Gastrula-Stadium mit dem Inneren ganz von Dotterschollen erfüllt, teils in einem Stadium mit gewöhnlich 12 Mesenterienpaaren und 12 Tentakeln.

Dann folgt eine Arbeit von Verrill 1899, in der er von „Actinians; they incubate their eggs externally" spricht. Er berichtigt zuerst seine Angabe in Betreff *Pseudophellia* (*Phellia*) *arctica*. Die in den Höhlen, welche in der Mesogloea tief eingesenkt (largely excavated p. 377) sind, liegenden Körper betrachtet er jetzt nicht als Eier eines Parisiten, sondern als Eier des Muttertieres selbst, die an dieser Stelle ihre Entwicklung durchmachen. In Betreff *Epiactis prolifera* ist Verrill jetzt zu der Ansicht gekommen, dass die Jungen, die an der Körperwand der Mutter sich finden, durch geschlechtliche Fortpflanzung entstanden sind.

Während Verrill früher (1869) angab, dass die kleinsten Embryonen schon 6 Tentakeln haben, erwähnt er jetzt auch das Vorkommen von Eiern an der Körperwand. Wirkliche Höhlungen, in denen die Embryonen sich entwickeln, giebt es nicht bei *Epiactis prolifera*. Die Jungen bilden höchstens nur eine flache Einsenkung von der halben Dicke der Körperwand[1]) (p. 378).

Außer den zwei Formen, *Pseudophellia* und *Epiactis*, beschreibt Verrill zwei neue mit Bruthöhlen versehene Actiniarien, die er *Epigonactis fecunda* und *regularis* nennt. In der distalen Hälfte der letzteren waren Höhlungen, die jedoch keine Embryonen enthalten, vorhanden; die erstere hatte in dem distalen Teil der Körperwand dicht liegende Höhlungen, in denen die Eier lagen. Einige von diesen waren „entirely

Fig. 7. Fig. 8.

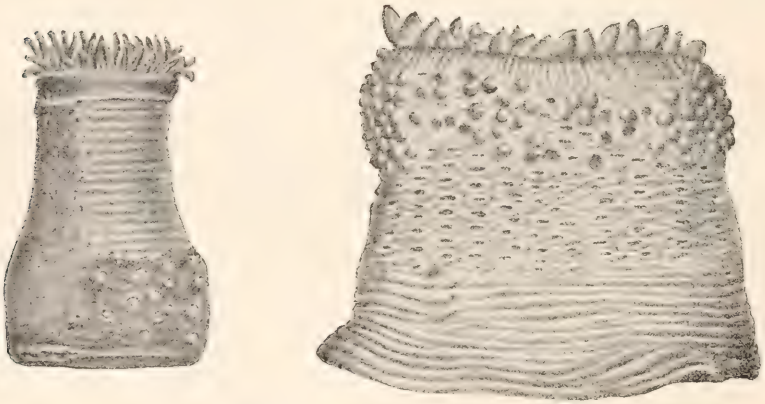


Fig. 7. *Pseudophellia arctica* (Verr.); nach Verrill 1899.
Fig. 8. *Epigonactis fecunda* Verr.; nach Verrill 1899.

concealed in the thickened integument". Die Originalfiguren von *Pseudophellia* und die beiden Arten von *Epigonactis* sind hier reproduziert (s. Fig. 7, 8, 9).

1) Wenn Verrill, wie er meint (1899 p. 375), wirklich 1869 gezeigt hätte, dass *Phellia arctica* und *Epiactis prolifera* mit speziellen Höhlungen in der Körperwand, in denen die Eier sich entwickelten, versehen sind, so wäre ganz gewiss die Aufmerksamkeit anderer Forscher auf diese Thatsachen gerichtet worden, aber weder die Deutung Verrills in Betreff der Embryonen der *Phellia* als Parasiten, noch der unbestimmte Ausspruch von den Jungen der *Epiactis prolifera* („appearing as if originating from surface buds but possibly produced from ova attached in this place to the skin") — bei dieser Species kommen übrigens ja keine eigentlichen Bruträume vor — hat unsere Kenntnis dieser Erscheinungen vermehrt. Noch heute scheinen Verrill's Vorstellungen darüber ziemlich unklar zu sein, da er angiebt, dass Eier in den Bruträumen vorhanden sind (vergl. unten).

Von den Verrill'schen Species habe ich nur *Epiactis prolifera* gesehen und näher in einigen Exemplaren. Die Dr. Doflein in Kalifornien gesammelt und mir gütigst zur Untersuchung überlassen hat, für welche Liebenswürdigkeit ich hier meinen besten Dank ausspreche, untersucht. Verrill's Angabe, dass bei dieser Species keine eigentliche Höhlungen für die Brut sich finden, kann ich bestätigen. Die Embryonen sitzen ganz oberflächlich an der Körperwand angeheftet, nur unter den größten Exemplaren war eine sehr flache Einsenkung der Körperwand vorhanden; dagegen habe ich keine Eier an der Körperwand angetroffen — der am mindesten entwickelte Embryo war, obgleich sehr klein, doch mit 6 Mesenterienpaaren versehen — und ich muss aus untenstehenden Gründen das Vorhandensein der Körperwand-Eier hier wie bei den übrigen von Verrill beschriebenen, mit Bruträumen

Fig. 9.

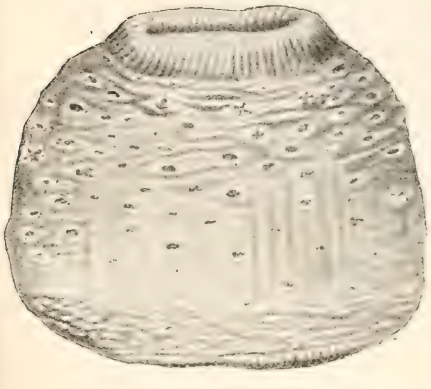


Fig. 10.

Fig. 9. *Epigonactis regularis* Verr.; nach Verrill 1899.
Fig. 10. *Epiactis prolifera* Verr. Vergr. 3/1.

versehenen Actiniarien, ganz bezweifeln. Fig. 10 zeigt uns ein ziemlich stark kontrahiertes Exemplar von *Ep. prolifera* von der Seite gesehen mit verschiedenen Jungen an der Körperwand angeheftet. Was die Bruthöhlen bei *Pseudophellia* und *Epigonactis* anbelangt, so leidet es wohl keinen Zweifel, dass wir es hier mit ganz ähnlichen Einrichtungen wie die von mir bei *Epiactis marsupialis* und *Condylactis georgiana* beschriebenen zu thun haben. Eigene Aushöhlungen in der Mesogloea für die Brut (Verrill 1899 p. 377, 378) kommen sehr wahrscheinlich nicht vor, im Gegenteil alle drei Körperschichten sind in dem Bruträum sehr verdünnt.

Einen anderen Typus der Bruträume habe ich kürzlich bei einer während der deutschen Tiefseeexpedition im Gazellehafen der Insel Kerguelen gefundenen Aktinie, die ich hier *Marsupifer Valdiviae* nenne, beobachtet. Zwar handelt es sich hier auch um ektodermale Ein-

stülpungen, aber diese sind sehr groß und nur in geringer Anzahl vorhanden und enthalten sehr zahlreiche Embryonen. In den distalen Teilen des mit einer Kutikula versehenen *Scapus*, etwa auf zwei Drittel der Körperhöhe von der Fußscheibe gerechnet, finden sich nämlich die sechs Oeffnungen der ebensovielen Bruttaschen. Fünf von diesen Oeffnungen sind kaum erkennbar, weil die Ränder der Oeffnung gegen einander sehr zusammengepresst sind, die sechste dagegen ist sehr weit und führt zu einer kleinen, kurzen, in radialer Richtung zusammengepressten Tasche. Die Mitte der Einstülpung liegt in dem Endocoel eines Mesenterienpaares zweiter Ordnung. Die mehr peripheren Partien erstrecken sich ein bischen in die an dieses Endocoel grenzenden zwei Exo-

Fig. 11.

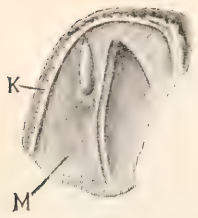


Fig. 12.

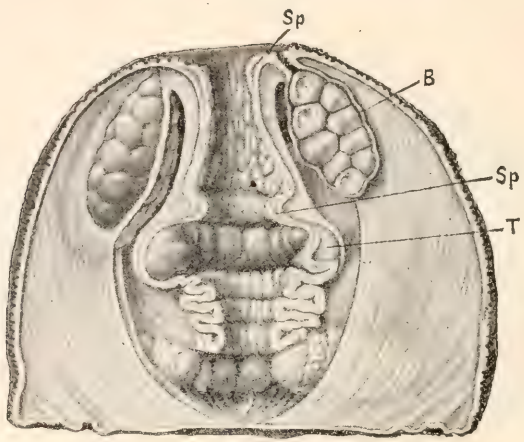


Fig. 11 u. 12. *Marsupifer Valdiviae* Carlgr. Vergr. 4/1.
Fig. 11. Stückchen der Körperwand mit Mesenterien und Brutraum ohne Jungen. *M*: Mesenterium; *K*: Körperwand.
Fig. 12. Längsschnitt durch den Körper. Siehe den Text! *Sp*: Sphinkter; *B*: Bruttasche; *T*: Tentakel.

coelen. Die zwei Mesenterien zweiter Ordnung sind von der taschenförmigen Einstülpung durchbrochen und die Ränder der Mesenterien mit der Tasche vollständig zusammengewachsen. Fig. 11 zeigt uns die kleine, quer zusammengepresste Tasche von einem Exocoel gesehen. Die wohl begrenzte Partie ist der Teil der Tasche, der sich in das eine Exocoel hineinschiebt. Unten sieht man eine durchschimmernde Abteilung, die die Ausbreitung der Tasche in dem Endocoel zeigt. Die oben beschriebene Einstülpung der Körperwand ist ganz leer, während die fünf übrigen Einstülpungen, die in Größe die sechste mehrmals übertreffen, mit sehr zahlreichen Embryonen versehen sind. Die Lage aller dieser Bruttaschen ist fast wie die der oben geschilderten leeren Taschen, so liegt die Mitte der Einstülpungen in jedem der fünf übrigen

Endocoelen der zweiten Ordnung, während die peripheren Teile der Tasche sich in die übrigen Exocoelen hineinstrecken; nur eine Tasche hat sich noch mehr als die übrigen ausgedehnt, so dass sie auf der einen Seite in das angrenzende Endocoel erster Ordnung eingedrängt ist. Daraus folgt, dass die Tasche nicht nur mit den zwei Mesenterien zweiter Ordnung, sondern auch mit einem Mesenterium erster Ordnung zusammengewachsen ist. Diese stark ausgebildete Tasche liegt auf der einen Seite der leeren Tasche, so dass von den angrenzenden Kammern das Endocoel erster Ordnung Teile der stark ausgebildeten Tasche und das Exocoel Teile der leeren enthalten. Die Wand der taschenförmigen Einstülpungen ist an den engen Oeffnungen ziemlich dick, während sie in den übrigen Partien von den Embryonen

Fig. 13.

Fig. 13. *Marsupifer Valdiviae* Carlgr. Querschnitt durch die Körperwand mit zwei Mesenterien und durch eine Bruttasche, deren Junge weggenommen sind. Ektoderm gestreift, Mesogloea schwarz. Der Schnitt ist etwas schräg getroffen, so dass die auf der einen Seite der Mesenterien liegende Partie der Tasche mehr entwickelt scheint als die andere.

stark ausgedehnt sind. Die Größe der bruttragenden Taschen war etwas verschieden, die an der rechten Seite der Figur 12 liegende repräsentiert die kleinste, die an der linken eine der größten Taschen. Die rechte Tasche ist in der Endocoelpartie durchschnitten, oben sieht man den kleinen Kanal, der nach außen führt; die linke Tasche befindet sich in natürlicher Lage, von einem Exocoel gesehen; man sieht, wie das oberste Mesenterium (von zweiter Ordnung) von der Einstülpung ganz durchbrochen ist und wie nur eine sehr kleine Lamelle des Mesenteriums an der inneren Seite der Tasche noch übrig bleibt. Die an die Tasche grenzenden Ränder der Mesenterien sind mit der Tasche vollständig zusammengewachsen, so dass die Mesogloea der Tasche in die Mesogloea der Mesenterien unmittelbar übergeht. Fig. 13

stellt einen Querschnitt durch eine Tasche und durch die mit ihr verbundenen Mesenterien vor. Links ist die Körperwand; an der von der Körperwand abgewandten Seite der Tasche sieht man zwei kleine mit durchschnittenen Längsmuskeln versehene Partien, die die schmalen Mesenterienstränge repräsentieren.

Von den sechs Bruttaschen, die alle durch Einstülpungen der Körperwand entstanden sind und nicht mit dem Inneren des Körpers kommunizieren, sind fünf, wie erwähnt, mit zahlreichen Embryonen versehen, die so dicht aneinandergepresst sind, dass ihr Kontur unregelmäßig wird (Fig. 12). Die Zahl der Embryonen ist in jeder Tasche verschieden, die links abgebildete Tasche dürfte wohl mehr als 50 Embryonen enthalten, die größte Tasche hat gewiss mehr als 100 Embryonen in ihrem Innern, in der rechts abgebildeten beträgt die Zahl der Embryonen mehr als dreißig. Neun näher untersuchte Embryonen waren alle mit acht vollständigen Edwardsiamesenterien und vier unvollständigen Mesenterien versehen.

Wie wir gesehen haben, ist es also ausschließlich bei arktischen und antarktischen Actiniarien, dass besondere Schutzräume für die Brut sich finden. Weil diese Schutzräume bei antarktischen und arktischen Species von ganz ähnlichem Bau und Aussehen sein können, lag es nahe, zu vermuten, dass das Vorkommen dieser Einrichtungen mit einer näheren Verwandtschaft der betreffenden Species zusammenhinge. Dass dies entschieden nicht so ist, geht schon aus dem Umstand, dass die bruttragenden arktischen und antarktischen Actiniarien nicht denselben Familien angehören, deutlich hervor. Die arktischen Formen, *Pseudophellia*, *Epiactis*, „*Epigonactis*“ und „*Leiotealia*“, gehören nämlich alle zu den Tealiden (Bunodiden, Bunodactiden), während die antarktischen Formen zu den Actiniiden (*Condylactis*) und zu den Paractiden (*Marsupifer*) zu stellen sind. Im Gegenteil müssen wir annehmen, dass eine ähnliche Lebensweise der Embryonen ganz ähnliche Schutzeinrichtungen bei den Muttertieren hervorgerufen habe.

Es bleibt noch eine wichtige Frage zu beantworten übrig. Wie kommen die Embryonen in die Säckchen hinein? Durchlaufen sie ihre ganze Entwicklung von dem Ei bis zu einem Stadium mit 12 oder 24 Mesenterien in diesen Einstülpungen der Körperwand oder wandern sie in einem Zwischenstadium in die Bruttaschen ein? Aus Verrill's Aeußerung „Actinians; they incubate their eggs externally“ und aus seiner Angabe, dass er ganz ähnliche Eier an der Körperwand als in dem Körperinnern gefunden hat, geht deutlich hervor, dass er der Meinung ist, dass die Embryonen schon von Anfang ihres Lebens ihre Entwicklung an der Körperwand durchmachen. Eine solche Ansicht halte ich für ganz unhaltbar, denn auf welche Weise sollten eigentlich die Eier sich an die Körperwand anheften können oder in die Einstülpungen hineinkommen? Wäre es so, wie Verrill meint, so müssten

wir annehmen, dass entweder die Eier sich selbst bewegen können und also aus dem Körperinnern oder dem umgebenden Medium zu ihren bestimmten Plätzen an der Körperwand gewandert sind, was mit unserer Kenntnis der Actiniarieneier nicht vereinbar ist, oder dass die Muttertiere selbst die Eier von dem coelenterischen Raum zu den Körperwand-Höhlen transportieren, was wohl nicht die Meinung Verrill's sein kann. Mir ist eine Eier-Entwicklung an der äußeren Fläche der Körperwand der Actiniarien ein ungelöstes Rätsel, und vermutlich kann auch Verrill selbst bei näherem Nachdenken nicht seine Ansicht aufrecht halten.

Auch die sachliche Begründung, auf die Verrill seine Ansicht stützt — dass er angeheftete Eier an der Körperwand gefunden — fehlt. Denn es leidet wohl keinen Zweifel, dass eine Verwechslung der Eier mit jungen Embryonen, die noch keine Tentakeln bekommen hatten und deren Inneres mit Dotterschollen ganz erfüllt war, stattgefunden hat. In der That ist eine solche Verwechslung leicht, wenn man nicht die Embryonen einer näheren Untersuchung unterwirft, denn die Schlundrohreinstülpung und die Mesenterienanlagen treten — wenigstens bei den von mir untersuchten Embryonen — weder für unbewaffnete Augen noch unter Lupen-Vergrößerung deutlich hervor.

Ich muss als meine Ansicht hervorheben, dass niemals Eier an der äußeren Fläche der Körperwand angeheftet sind oder in den von ektodermalen Einstülpungen gebildeten Bruträumen vorkommen. Ich bin zu dieser Ansicht gekommen nicht nur aus dem Umstand, dass ich niemals weder bei der von Verrill untersuchten *Epiactis prolifera*, noch bei *Epiactis marsupialis*, *Condylactis georgiana* und *Marsupifer Valdiviae* Eier an der Körperwand gefunden, sondern auch aus der theoretischen Erwägung, dass es, wie schon gesagt, ganz unmöglich ist, zu erklären, wie die Eier in die Brutkammern hineinkommen oder an die Körperwand sich anheften können.

Im Gegensatz zu der von Verrill ausgesprochenen Ansicht stelle ich mir vor, dass die Embryonen zuerst, wenn sie Cilien bekommen haben, das Innere[1]) der Muttertiere verlassen, die äußere Fläche der Körperwand aufsuchen und dort sich anheften. Durch den Reiz, den

1) In meiner vorläufigen Mitteilung (1893) hielt ich, ohne die Möglichkeit einer inneren Befruchtung verneinen zu wollen, eine äußere Befruchtung nicht für ausgeschlossen, weil es mir schien, dass die Embryonen im vorliegenden Fall hinreichende Schutzräume in dem coelenterischen Raum hatten und infolgedessen keine besonderen Schutzräume aufzusuchen bedürften. Jetzt bin ich mehr geneigt, anzunehmen, dass die Befruchtung innerhalb der Muttertiere vor sich geht, weil bei keinem Männchen — ich habe mehrere Männchen von *Epiactis marsupialis* und *Condylactis georgiana* und ein männliches Exemplar von *Marsupifer Valdiviae* untersucht — Embryonen an der äußeren Fläche der Körperwand vorhanden waren, was man wohl erwarten könnte, wenn die Befruchtung außerhalb der Mutter in dem umgebenden Medium stattfände.

die Embryonen an der Körperwand verursachen, werden ganz gewiss die flachen Einsenkungen der Körperwand bei *Epiactis prolifera* gebildet, ebenso dürfte das Entstehen der Bruttaschen bei *Epiactis marsupialis*, *Pseudophellia*, *Condylactis* und *Epigonactis* auf ähnlichen Ursachen beruhen. Ich habe mich bemüht, zu erforschen, ob die Säckchen vor dem Eindringen der Embryonen sich finden oder nicht. Ich bin geneigt, anzunehmen, dass wenigstens bei *E. marsupialis* die Embryonen selbst durch ihren Reiz an der Körperwand ausschließlich die Säckchen bilden. Bei einem gut konservierten Weibchen dieser Species waren nämlich keine Einstülpungen vorhanden. Bei einem anderen Exemplar, das mit wenigen bruttragenden Taschen versehen war, fanden sich zwar schwache Einstülpungen, aber keine Embryonen. Diese leeren Einstülpungen halte ich jedoch gegenwärtig für Bruttaschen, die von den Embryonen verlassen sind und in Rückbildung sich befinden (Fig. 6).

Der Umstand, dass bei *Marsupifer* an ganz bestimmtem Platz und sehr regelmäßig verteilt sechs Bruttaschen vorhanden sind und dass ein zweiter Sphinkter bald oberhalb der Mündungen der Taschen sich entwickelt hat, wie auch das trichterförmige Aussehen der in Fig. 11 abgebildeten Tasche sprechen dagegen deutlich dafür, dass diese Einsenkungen vor dem Eintreten der Embryonen sich finden, obgleich sie dann sehr gering sind und erst durch den Reiz der Embryonen an den Wänden ihre ansehnliche Größe bekommen.

Zum Schluss gestatte ich mir zu bemerken, dass, auch wenn wir bei höheren Tieren eine mit Bewusstsein verbundene Pflege der Brut nicht leugnen können, es sehr unwahrscheinlich ist, dass die hier geschilderten Erscheinungen zu einer wirklichen, von einem associativen Gedächtnis regulierten Pflege der Embryonen zu rechnen sind.

Zusammenfassung.

Die Brutpflege der Actiniarien geschieht dadurch:

1. dass die Embryonen in dem coelenterischen Raum sich entwickeln. — Besonders bei arktischen Actiniarien der Genera *Urticina* und *Actinostola* verbleiben die Embryonen in dem Innern der Muttertiere, bis sie mehrere Tentakelcyclen bekommen haben. Bei *Urticina crassicornis* können die Jungen fast die volle Tentakelzahl der geschlechtsreifen Individuen haben, ehe sie die Mutter verlassen.
2. dass die Embryonen sich an der Körperwand anheften und dort ihre Entwicklung durchmachen:
   a) die Embryonen entwickeln sich an der Körperwand ohne Bruttaschen zu bilden:
      Epiactis prolifera Verr. (Puget sund, Kalifornien);
   b) die Entwicklung der Embryonen geschieht in besonderen Bruträumen, die durch Einstülpungen

der Körperwand von der ektodermalen Seite gebildet sind:

a) zahlreiche in Längsreihen angeordnete Bruträume, von denen jeder nur ein oder wenige Jungen enthält, vorhanden bei:
Pseudophellia arctica Verr. (Arktisches Meer nördl. v. Behrings-Sund);
Epiactis marsupialis Carlgr. (Kap Jakan. Sibirien);
Epigonactis fecunda[1]) Verr. (Nova Scotia);
Epigonactis regularis[1]) Verr. (Newfoundland);
Leiotealia spitzbergensis[1]) Kwietn. (Spitzbergen);
Condylactis georgiana (Pfeff.) Carlgr. (Süd-Georgien);

β) wenige (6) große Bruträume, jeder Brutraum mit zahlreichen Embryonen, vorhanden bei:
Marsupifer Valdiviae Carlgr. (Kerguelen).

Eier kommen nicht in den speziell ausgebildeten Bruträumen vor, sondern erst im Gastrula- oder vielleicht im Planula-Stadium heften die Embryonen sich an die Körperwand fest, um dort ihre Entwicklung durchzumachen.

Weil einige der oben erwähnten, mit Bruträumen versehenen Species nicht näher beschrieben sind, gebe ich hier einige kurze Diagnosen dieser Species. Gleichzeitig benütze ich die Gelegenheit, mich über die Gattungen *Pseudophellia*, *Epigonactis*, *Epiactis* und *Leiotealia* zu äußern.

Actinostola sibirica n. sp. Fig. 1. Körper von mittelmäßiger Höhe, in den distalsten Partien breiter als hoch, in den proximalen etwa eben so breit wie hoch. Körperwand ganz glatt ohne Andeutung der Knoten oder Tuberkeln, in kontrahiertem Zustand bisweilen ein wenig gerunzelt. Tentakeln 6+6+12+24+48+(96); der letzte Cyclus ist jedoch unvollständig und besteht aus etwa 48 Tentakeln. Mundscheibe bedeutend breiter als die Fußscheibe. Schlundrohr mit langen fast bis zur Fußscheibe sich erstreckenden Zipfeln. Die Mesenterien der dritten Ordnung nicht gleich entwickelt. Das Mesenterium, das seine Längsmuskeln gegen das am nächsten liegende Mesenterienpaar erster Ordnung kehrt, ist nämlich stärker als sein Partner entwickelt. Sphinkter weder abgesetzt noch gelagert, an Querschnitten in feine Maschen wie bei *Actinostola spitzbergensis* und *Stomphia coccinea* aufgeteilt, von mittelmäßiger Länge. Randstomata besonders bei den Weibchen groß. Durchmesser der Mundscheibe 5 cm und der der Fußscheibe 3 cm, Höhe des Körpers 3 cm bei dem größten Exemplar. — Sowohl die

1) Wahrscheinlich dieselbe Art (vergl. unten!), die zu dem Genus *Epiactis* zu stellen ist.

äußere wie die innere Organisation stimmen mit der der anderen *Actinostola*-Species überein. Diese Species steht *A. spitzbergensis* Carlgr. am nächsten.

Epiactis marsupialis n. sp. Fig. 3—6. Körper cylindrisch, im zusammengezogenen Zustand konisch, ohne Saugwarzen und Randsäckchen an der glatten Körperwand. Fossa wohl entwickelt. Tentakeln kurz, konisch an Zahl 6+6+12+24=48. Der letzte Cyclus mehr oder minder vollständig. Schlundrinnenöffnungen gut markiert. Schlundrohr mit etwa 24 Längsfurchen und zwei symmetrisch gestellten Schlundrinnen, mit wenig entwickelten Zipfeln, länger als die halbe Länge der Körperwand. Längsmuskeln der Tentakeln und Radialmuskeln der Mundscheibe ektodermal. Sphinkter circumscript etwa wie bei *Urticina*. Mesenterienpaare 6+6+12=24, alle oder fast alle vollständig. Sowohl die Mesenterien der ersten als die der zweiten und teilweise auch die der dritten Ordnung tragen Geschlechtsorgane. Geschlechtlich getrennt. Längsmuskelpolster bandähnlich. Parietobasilarmuskeln gut abgesetzt, erstrecken sich fast bis zum Sphinkter. Basilarmuskeln ziemlich stark. Oralstomata und Randstomata vorhanden. Filamente von gewöhnlichem Bau. Die Weibchen tragen die Embryonen in besonderen Bruthöhlen in der proximalen (immer?) Partie der Körperwand. Höhe des kontrahierten Körpers etwa 1,8 cm. Durchmesser der Fußscheibe 1,2 cm.

Marsupifer Valdiviae n. sp. Fig. 11—13. Fußscheibe ausgebreitet. Körper in nicht kontrahiertem Zustand wahrscheinlich cylindrisch, in Scapus und Capitulum abgeteilt. Scapus mit einer kutikulären Hülle versehen, Capitulum kutikulafrei. Distaler Körperrand distinkt. Tentakeln kurz, konisch 6+6+12=24. Mundscheibe unbedeutend, platt. Schlundrinnenöffnungen nicht gut markiert. Schlundrinnen zwei, nicht viel differenziert, ohne Zipfeln. Schlundrohr von mittelmäßiger Länge, mit zahlreichen Längsfurchen. Sphinkter mesogloeal, doppelt (Fig. 12), der distale Sphinkter im Aussehen und Lage an den Sphinkter der *Halcampa* erinnernd, der proximale bald oberhalb der Einstülpungen der Bruthöhlungen, an Querschnitten mit zerstreuten Maschen. Längsmuskeln der Tentakeln und Radialmuskeln der Mundscheibe ektodermal, mit palissadenförmigen Falten. Mesenterienpaare 6+6=12, von denen zwei Richtungsmesenterienpaare. Die der ersten Ordnung vollständig mit sehr starken Längsmuskelpolstern und mit Filamenten, die der zweiten Ordnung unvollständig, ohne Polster und Filamente. Parietobasilarmuskeln abgesetzt, aber nicht stark. Basilarmuskeln schwach. Oralstomata und Randstomata (Fig. 12) auf den vollständigen Mesenterien vorhanden. Weibchen mit sechs großen Bruttaschen (vergl. oben!), Männchen ohne solche, Eier dotterreich.

Genusdiagnose der Gattung *Marsupifer:* Paractiden mit glattem Körper, ohne Saugwarzen und mit doppeltem

Spinkter. Proximaler Teil, Scapus, mit Kutikula, distaler Teil, Capitulum, kutikulafrei. Nur sechs vollständige, fertile Mesenterienpaare mit starken Polstern und Filamenten. Unvollständige Mesenterienpaare wenige, ohne Polster und Filamente. Schlundrinnen schwach differenziert.

Das von Verrill aufgestellte Genus *Epigonactis* ist meiner Meinung nach mit *Epiactis* synonym; ich kann nämlich in Verrill's Beschreibung der beiden Genera keinen einzigen Charakter finden, durch den man sie von einander unterscheiden könnte, denn das Vorkommen von besonderen Bruttaschen bei *Epigonactis* kann nicht in die Genusdiagnose aufgenommen werden, weil wir wissen, dass Bruttaschen bei einer Art der Gattung *Condylactis* (*C. georgiana*) vorkommen, bei einer anderen fehlen (*C. cruentata*). Was die beiden Arten *E. fecunda* und *regularis* anbelangt, so giebt es auch nach Verrill's Beschreibungen keinen wesentlichen Unterschied in der Organisation der beiden Arten, denn die wenig wechselnde Tentakel- und Mesenterienzahl hat für die Aufstellung zweier Species nicht viel zu bedeuten. Vorläufig muss ich also die beiden Species als identisch ansehen.

Fraglich ist, ob der Typus des Genus *Leiotealia*, *L. nymphaea*, eine *Epiactis* oder eine *Isotealia* ist, in jedem Fall ist die von Kwietniewski beschriebene, mit dem Brutraum versehene *L. spitzbergensis* eine *Epiactis*-Art, die sehr wahrscheinlich mit *Epiactis fecunda* und *regularis* synonym ist. Außer dieser Art schließt *Leiotealia spitzbergensis* nach meinen Untersuchungen an den Originalexemplaren noch eine zweite Art, nämlich *Urticina crassicornis*, ein. Infolgedessen scheint es mir am besten, den Namen *Leiotealia spitzbergensis* ganz fallen zu lassen und die betreffende Art *Epiactis fecunda* zu nennen.

Die Zahl der Gattungen der an der Körperwand bruttragenden arktischen Actiniarien wird also zu nur zwei, *Pseudophellia* und *Epiactis*, mit vier Species, *P. arctica*, *E. fertilis*, *marsupialis* und *fecunda* (= *E. regularis* und *spitzbergensis*) reduziert. Die Stellung des Genus *Epiactis* zu *Urticina* und zu anderen Genera will ich näher an anderem Ort besprechen.

Litteraturverzeichnis.

1864 Verrill, A. E. Revision of the Polypi of the Eastern Coast of the United States. Mem. Soc. Nat. Hist. Boston 1. P. 1 (1864) 1866.

1868 Verrill, A. E. Synopsis of the Polyps and Corals of the North Pacific Expedition etc. Proc. Essex Inst. 5. Nr. 8. Salem 1868.

1869 Verrill, A. E. Review of the corals and polyps of the West coast of America. Notes on Radiata etc. Trans. Conn. Acad. 1. P. 2 New-Haven 1867—71.

1893 Carlgren, Osk. Ueber das Vorkommen von Bruträumen bei Actinien. Oefvers. K. Vet.-Akad. Förhandl. Stockholm 1893, Nr. 4.

1896 Kwietniewski, C. Actiniarien von Ost-Spitzbergen. Zool. Jahrb. 1896, Abt.-System.
1898 Carlgren, Osk. Zoantharien. Hamburger Magelhaensische Sammelreise. Hamburg 1898.
1899 Verrill, A. E. Descriptions of imperfectly known and new Actinians with critical notes on other species. Nr. 4, 5. Americ. Journ. Sc. (4) 7. Nr. 39, 41 New-Haven 1899. [64]

Die Gleichartigkeit der Embryonalformen bei Primaten.

Von **Emil Selenka.**

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Primaten untereinander (Affen, Menschenaffen und Mensch) konnten bis vor kurzem fast ausschließlich nur auf Grund vergleichend-anatomischer und paläontologischer Thatsachen erörtert werden; hingegen lagen embryologische Belege in größerer Zahl lediglich vom Menschen vor.

Nach Beschaffung zahlreicher trächtiger Affen-Uteri bin ich in der Lage, diese Lücke einigermaßen auszufüllen.

Als bedeutungsvolle Zeugnisse für die gemeinsame Abstammung und nahe Verwandtschaft der östlichen Primaten erweisen sich folgende embryologische Bildungen.

1. Die typische Identität der Keimanlage bei östlichen Schwanzaffen (ich untersuchte 8 Species), bei dem Gibbon (Menschenaffe) und dem Menschen ist ganz überraschend. Zugleich unterscheiden sich die Primatenkeime von den Keimen aller übrigen Säugetiere durch eine ganze Reihe cänogenetischer Bildungen, die in letzter Instanz auf eine Vervollkommnung der Fruchternährung hinauslaufen, entsprechend der höheren Organisation der Reifetiere. Als Uebergangsform kann, gemäß Hubrecht's Untersuchungen, vermutlich der Keim des Tarsius betrachtet werden.

Die zuerst auftretende Sonderbildung der Primatenkeime besteht in der frühzeitigen Verwachsung der Keimblase mit dem nach der Menstruation neugebildeten Uterusepithel; sie beginnt stets im Bereiche des zukünftigen Keimfeldes: der Embryo liegt daher anfangs mit seiner Rückenfläche der Verwachsungsstelle (primäre Placenta) zugewendet. Diese bisher bei mehr als 60 Primatenembryonen beobachtete Lagerung habe ich in anderen Arbeiten näher besprochen[1]). Als Folgen der auffallend frühen, lange vor Anlage des eigentlichen Urdarms (also vor Differenzierung des Keimschildes) sich vollziehenden Verwachsung erscheinen: Die frühzeitige Ausbildung der Chorion-

1) Emil Selenka. Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere. 5. Heft, 1892. Wiesbaden, Kreidels Verlag. — Menschenaffen, 1898—1900. Wiesbaden, Kreidel's Verlag. — Placentaranlage des Lutung (*Semnopithecus cristatus* von Borneo) in: Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der kgl. bayer. Akademie d. Wissensch. 1901, Heft 1.

Fig. 1.

Fig. 1. **Mensch** nach Eternod. Vergr.: 10/1.

Fig. 2.

Fig. 2. **Gibbon** (*Hylobates Raffiesi*). 10/1.

Mit Hilfe der Camera gezeichnet.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 3. **Mensch**, Embryo L 1 nach His; 10/1. Die Rückenlinie ist ein wenig geändert, die fehlenden Teile durch punktierte Linien angedeutet. Der Embryo ist etwas jünger als die in Fig. 4 und 5 dargestellten. — ca. 12 Tage alt.

Fig. 4—5. **Wanderu-Affe** (*Semnopithecus cephalopterus*) von Ceylon. Embryo Wa. 10/1. Camera. — Fig. 4, Seitenansicht. Fig. 5, Rückenseite. Medullarrohr vorne und hinten noch offen. Im quer durchschnittenen Haftstiel ist der Allantoisschlauch nebst 4 Gefäßen erkennbar. Gefäße weggelassen.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 6. **Mensch**, Embryo BB nach His; 10/1. Die Rückenknickung ist noch sehr stark ausgeprägt. — ca. 15 bis 16 Tage alt.

Fig. 7. **Makak** (*Cercocebus cynomolgus*) von Java; Embryo Cc. 10/1. Die Gefäße des Nabelbläschens naturgetreu. Camera. — Dieser Embryo ist etwas jünger als der nebenstehende des Menschen.

Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

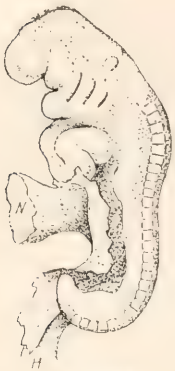


Fig. 8. **Mensch**; Embryo Lr nach His. 10/1. ca. 21 Tage alt.

Fig. 9—10. **Makak** (*Cercocebus cynomolgus*), Seiten- und Ventralansicht; Embryo Cd. 10/1. Camera. Der Embryo ist etwas jünger als der nebenstehende menschliche.

Gemeinsame Bezeichnung:

A Amnion	*d* Vorderdarm	*i* abgeschnürter Schlauch
All Allantois	*E* Embryonalschild	*N* Nabelbläschen (Dottersack)
c Herz	*H* Haftstiel	
Ch Chorion	*J* intervillöser Blutraum	*Z* Zotten des Chorion

zotten, des Mesenchymgewebes, eines geschlossenen Amnion und der Dottersackgefäße als erste Blutbildner, während umgekehrt die Differenzierung des Keimschildes verlangsamt wird und die Allantois auf einen kurzen Schlauch reduziert bleibt. Als Neubildung tritt ein Haftstiel der Embryonalknospe auf, ursprünglich ein zarter mesenchymatöser Amnion-Nabelstrang, der sich allmählich verdickt und den Allantoisschlauch nebst Nabelgefäßen in sich aufnimmt (Fig. 1—5).

Alle diese Vorgänge vollziehen sich bei sämtlichen bisher untersuchten Primatenkeimen; dagegen kommen sie bei keiner anderen Säugetiergruppe zusammen vor.

2. Nicht minder vollkommen ist die Uebereinstimmung der verschiedenen Primatenkeime während der nächstfolgenden Perioden der Entwicklung. Legt man — was allerdings nicht ohne weiteres als unbedingt richtig gelten kann — behufs bequemerer Vergleichung auch für die Affen jene Zeitangaben zu Grunde, welche für die Entwicklungsstufen der Menschenembryonen festgestellt sind, so zeigt sich eine frappierende Konformität in der Ausbildung des Embryonalkörpers bei allen Primaten bis etwa zur sechsten Woche der Trächtigkeit.

Zunächst beobachtete ich eine scharfe dorso-ventrale Einknickung der hinteren Rückenpartie bei einem Affenembryo (Fig. 7), wie solche von His, Sedgwick Minot u. a. bei Menschenembryonen gleicher Entwicklungsphase beschrieben ist (Fig. 6). Man darf wohl annehmen,

Fig. 11.

Fig. 11. **Mensch**, Embryo Pr nach His. 5/1. Das Nabelbläschen ist weggelassen. Der Schwanzstummel ist sehr deutlich. — ca. 28 Tage alt.

Fig. 12.

Fig. 12. **Surili**-Affe (*Semnopithecus mitratus*) von Java; Embryo Sr. 5/1. Camera.

dass diese bald wieder verstreichende „Rückenknickung", die sicherlich nicht pathologisch ist, auch den übrigen Primaten zukommt. Bei keinem anderen Wirbeltiere ist etwas ähnliches gesehen worden.

Ein weiteres charakteristisches Kennzeichen aller Primatenkeime ist die Umwandlung des Haftstiels zu einem kräftigen Embryophor (Fig. 8—10, *H*), welcher unter gleichzeitiger Drehung des Embryos auf dessen Bauchseite rückt und schließlich zum Nabelstrang sich umwandelt, indem der Dottersackstiel durch das sich auflagernde Amnion dem Haft- oder Bauchstiel angelagert wird.

Auch im Weiterverlauf der Entwicklung gleichen sich die Embryonen der Affen, der Menschenaffen und des Menschen ganz erstaunlich. So unterscheiden sich z. B. die Embryonen Fig. 13 und 14 wesentlich nur durch die verschiedene Länge des Schwanzes; dasselbe gilt für die Abbildungen 16 und 18. Aber bei den Menschenaffen ist der Schwanzstummel ebenso klein oder selbst noch winziger als beim Menschen, so dass auch diese Unterscheidung wegfällt. Bei genauerer Prüfung lassen sich allerdings Verschiedenheiten unter den Primatenembryonen gleicher Entwicklungsphase auffinden; so ist z. B. der Rumpf des *Surili* (Fig. 14) etwas länger, der Kopf der Makaken (Fig. 19) etwas breiter als die gleichen Gebilde des Menschen u. s. w. Andere und selbst minder bedeutungsvolle Organe, wie das äußere Ohr, zeigen ganz allgemein die gleiche Anlageform (Fig. 11—18). Auffallende Größendifferenzen der einzelnen Gehirnabschnitte machen sich erst in der 6. bis 7. Schwangerschaftswoche geltend.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 13. **Mensch**, Embryo S 1 nach His. 5/1. — ca. 33 Tage alt.

Fig. 14. **Makak** (*Cercoc. cynomolgus*) von Java. Embryo Cf. 5/1. Camera.

Fig. 15. **Surili** (*Semnopithecus mitratus*) von Java. Embryo Sl. 5/1. Camera.

Beiläufig sei erwähnt, dass junge Embryonen gleicher Entwicklungsphase bei ein und derselben Affenspecies um etwa $^1/_4$ der Körperlänge differieren können. Die gleiche Beobachtung machte schon His bei Menschenembryonen.

Hervorheben will ich noch, dass ich es vorgezogen habe, die Keime und jüngsten Embryonen zuerst im Uterus zu belassen, unter dem Zeiss'schen Binokularmikroskope bei auffallendem Sonnenlichte frei zu präparieren und unter der *Camera lucida* zu zeichnen (z. B. Fig. 2, 4, 5, 7, 9—10 u. s. w.); dann erst schnitt ich dieselben vom Haftstiele los und fertigte nach dem schwach durchgefärbten und in Xylol durchsichtig gemachten Objekte genaue Zeichnungen in verschiedenen Lagen

Fig. 16.

Fig. 18.

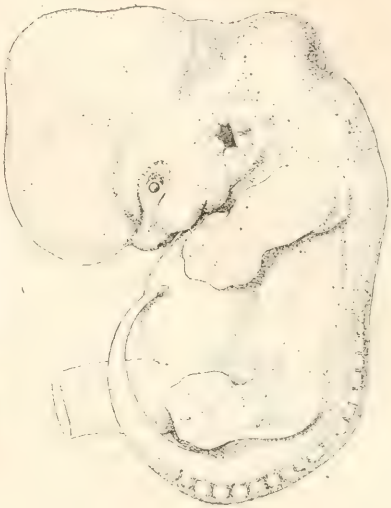


Fig. 17.

Fig. 19.

Fig. 16. **Mensch**, Embryo nach His (Ruge'sche Samml.). — ca. 36 Tage alt.

Fig. 17. **Mensch**, Gesicht eines Embryo von ca. 37 Tagen (?) nach His.

Fig. 18—19. **Makak** (*Cercoc. cynomolgus*) aus Java. Embryo Cg. 5/1. Camera.

an, um endlich zur Einbettung und zum Mikrotomieren überzugehen. Auf diese Weise erhielt ich durchaus naturgetreue Bilder, in die zum Schlusse an der Hand der Schnittserien noch einige Details eingetragen wurden. Einzelne Keime, zumal alle solche, welche unter $^1/_2$ mm maßen, wurden mitsamt der Placenta nebst Uteruswand eingebettet und geschnitten.

Alle oben angedeuteten Verhältnisse werden noch ausführliche Besprechung finden in einer, von zahlreichen Abbildungen begleiteten Abhandlung, welche (als V. Lieferung der „Menschenaffen“) eine ver-

gleichende Zusammenstellung der verschiedenen Entwicklungsstufen der Primaten-Embryonen giebt und auch über die Anlage einiger Organe, zumal des Gefäß- und Nervensystems, Aufschlüsse erteilt.

Hier habe ich mich darauf beschränkt, einige Skizzen meiner Zeichnungen herauszugreifen; diese schon sind geeignet, in überzeugender Weise die Gleichartigkeit des Entwicklungsganges bei Affe und Mensch darzulegen.

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

(Fortsetzung.)

Es wäre eine vollständig verfehlte Annahme, dass der Gegensatz zwischen Cuvier und Geoffroy in der Frage bestand, ob die Tiere natürlichen Ursprunges sind oder ob sie von Gott geschaffen sind. Auch bestand der Gegensatz nicht darin, dass etwa Geoffroy sich für die Einheit der Tiere, Cuvier sich gegen dieselbe ausgesprochen hat. Cuvier hat ebensogut an die Einheit geglaubt wie Geoffroy, nur wollte er sie nicht über die Grenzen des thatsächlichen Materiales ausdehnen. Es spricht dafür die günstige Kritik, mit welcher Cuvier die „Philosophie anatomique" aufgenommen hat[1]). Cuvier sagt dort unter anderem: „... Une étude un peu plus approfondie montre même qu'il existe une sorte de plan général que l'on peut suivre plus ou moins longtemps dans la série des êtres et dont on retrouve quelquefois des traces dans ceux que l'on croirait les plus anomaux." Die Beobachtung der Aehnlichkeiten, fährt er fort, und Unterschiede und deren gesetzmäßigen Zusammenhang hat die vergleichende Anatomie zu ihrem Gegenstand und in dieser Richtung hat sie schon Aristoteles kultiviert; nach ihm ist sie in Verfall gekommen und erst der philosophische Geist unserer Zeit (der Zeit Cuvier's) hat die Bedeutung dieser Forschung wieder erkannt. Dazu fügt er die Worte, welche seinen Gegensatz gegen Geoffroy charakterisieren: Les observations les plus précieuses se recueillent, les rapports les plus délicats se saisissent: tout ce que l'on a découvert d'imprévu et en quelque sort de merveilleux a semblé justifier la plus grande hardiesse dans les conceptions; elles sont allées, pour ainsi dire, jusqu' à la témérité; et déjà l'on a vu des philosophes vouloir non-seulement lier ensemble tous les êtres animés par des analogies successives, mais déduire a priori la composition générale et particulière des lois universelles de l'Ontologie et de la métaphysique la plus abstruse ... Il est aisé de prévoir, et déjà l'expérience le prouve, que de bons fruits en résulterons infailliblement: quand bien même leurs auteurs n'attein-

1) Annales génér. des. Sc. physiques T. 7. S. 397, 1821. Geoffroy führt diese Kritik in der Einleitung zu seinen Monstrositäten an (S. 18 sq.).

draient pas leur but, ils auraient toujours sur la route recueilli une infinité des faits et des vues qui n'en seraient pas moins pour la science des richesses solides." Diese Kritik hat auch Geoffroy für eine günstige gehalten und sagt in betreff derselben, dass er sich von Cuvier nur dem Ausdrucke nach unterscheidet, der bei Cuvier präciser (plus ferme) ist. Thatsächlich hat aber Cuvier in dieser Kritik die Grenzen der Anwendung des Einheitsprinzips gezogen, welche aber für Geoffroy gar nicht existierten. Es bleibt sich Cuvier auch in der späteren Polemik gegen Geoffroy konsequent, wenn er ihm vorwirft, dass der Gedanke von der Einheit des Bauplanes der Tiere mysteriös klingt. Denn man kann nach Cuvier darunter nicht Identität verstehen, da ein Polyp nicht mit einem Menschen identisch ist; ihrer wahren Grundlage nach bedeuten die Worte Einheit des Planes nur Analogie, Aehnlichkeit; so definiert können dieselben eine nützliche Grundlage der Zoologie bilden. Bei Geoffroy ist der Gedanke von Einheit des Bauplanes noch nicht mystisch, aber Geoffroy hat einen Anstoß dazu gegeben, denselben mystisch aufzufassen, indem er ihn nicht klar definiert hat und ihn als ein a priori erkanntes Gesetz, nach dem die Organismen gebaut sind, behandelt hat, wogegen derselbe nur eine leere logische Form ist, nach welcher die Erscheinungen zusammengefasst werden. Die Einheit der Organismen sagt uns gar nichts, wenn nicht gezeigt wird, worin diese Einheit besteht.

Aus der Idee der Einheit des Bauplanes hat Geoffroy deduktiv einige neue Prinzipien gewonnen[1]). Es sind dies die folgenden: a) Aus der Idee der Einheit der wesentlichen, der Verschiedenheit der accessorischen Eigenschaften folgt zuerst, dass die Organismen einander in ihren wesentlichen Eigenschaften ähnlich (analog) sein müssen; Geoffroy nennt dies „la théorie des analogues"; b) die Einheit des Bauplanes kann nicht anders verstanden werden, als dass die Lage, die Beziehungen und die gegenseitige Abhängigkeit der Teile (la position, les relations et les dépendances des parties) bei den Organismen ähnlich sein müssen; dies bezeichnet Geoffroy „le principe des connexions"; c) die ein Organ (eine Einheit) bildenden Materien müssen in Bezug auf diese Einheit und in Bezug aufeinander ausgewählt sein, welches „affinités électives des éléments organiques" genannt wird; d) endlich nennt Geoffroy „balancement des organes" das Prinzip, nach welchem kein Organ übermäßig wächst, ohne dass ein anderes homologes (de son système) oder eng mit demselben verbundenes an Größe abnimmt.

Alle diese Gesetze, an deren deduktiver Natur kaum gezweifelt werden kann, da sie sich leicht aus dem Prinzip der Einheit der Organismen ableiten lassen, deren Giltigkeit aber erst an den Thatsachen geprüft werden muss, können als das Prinzip der Korrelation der Organe aufgefasst werden, welches besagt, dass die Organe eines

1) Geoffroy sagt nicht, wie er auf diese Prinzipien gekommen ist.

Organismus voneinander gesetzmäßig abhängig sind. Von dem Begriffe der Lage, der Beziehungen und der gegenseitigen Abhängigkeit, ferner von den „affinités électives“ und dem „balancement des organs“ muss dies nicht erst besonders bewiesen werden; was die Theorie der Analogien betrifft, so ist an derselben das Korrelationsprinzip schwieriger zu sehen; wie diese beiden Begriffe zusammenhängen, habe ich aber bei Cuvier gezeigt, und es soll dies noch in dem letzten Abschnitte erörtert werden.

Auch bei Geoffroy bedeuten diese Gesetze keine Wirkungen; es wird nicht behauptet, dass das größer gewordene Organ die Verkleinerung eines anderen hervorruft, sondern nur, dass, wenn sich das eine vergrößert, das andere verkleinert wird. Auch wird nicht behauptet, dass das Organ bestimmte andere Organe anzieht, auf dass dieselben gesetzmäßig gruppiert seien, sondern nur, dass das Organ immer seine bestimmte Lage gegenüber anderen behält. Wie es kommt, dass es diese Lage behält, wird nicht gesagt, oder es wird dies als eine ganz andere Frage betrachtet.

Die Einheit, welche Geoffroy lehrt, ist also nur eine Einheit im Begriffe, weder eine Einheit in der natürlichen Entstehung, noch eine solche in der gleichzeitigen Erschaffung durch einen Gott.

J. W. Goethe.

Ueber Goethe's Naturphilosophie ist viel geschrieben worden, aber wie ich finde, vorwiegend von zwei Standpunkten aus: die einen, dem Gedanken Häckel's folgend, haben es versucht, in Goethe einen Vorläufer der Evolutionsphilosophie, wenn nicht sogar einen ausgesprochenen Evolutionisten zu entdecken, wobei sie ihm als besonderes Verdienst zuschreiben, einige Ideen Darwin's anticipiert zu haben; die anderen, wie J. Sachs, streiten ihm dieses Verdienst ab und erklären schon deshalb seine Ideen für unrichtig; ich will im folgenden Goethe's Naturphilosophie unabhängig von dem Evolutionismus betrachten.

Nachdem ich die hierhergehörigen Abhandlungen Goethe's durchgelesen habe, kann ich der Anschauung von O. Schmidt[1]) beipflichten, dass Häckel in dieser Hinsicht die Ansichten Goethe's unrichtig auf-

1) War Goethe ein Darwinianer? Graz 1871. — O. Schmidt hat sich noch einmal über Goethe ausgesprochen („Die Anschauungen der Encyklopädisten über die organische Natur. Deutsche Rundschau 1876“); und hat dort seine Meinung über Goethe insofern verändert, als Goethe nach ihm „die faktische Artumwandlung und die Abstammung des Menschen von tierischen Vorfahren wenigstens bedacht und erwogen, aber nicht als eine annehmbare und unabweisbare Lehrmeinung hingestellt habe“. O. Schmidt scheint in dieser Abhandlung deutlich zu erkennen, dass die Zeitrichtung, in der Goethe lebte, nicht evolutionistisch war; indem er aber übersieht, dass man ein Leibnitzianer sein und als untergeordnetes Faktum doch die Entwicklung annehmen kann, vermag er Goethe nicht zu verstehen.

gefasst hat. Häckel hat aus seinem Standpunkte des Evolutionismus die etwas unklaren Aussagen von Goethe in seinem evolutionistischen Sinne gedeutet und die auf ganz anderen Grundlagen aufgebaute Naturphilosophie Goethe's nicht beachtet[1]).

Goethe ist nicht ein anderer in der Poesie als in der Wissenschaft gewesen. Er charakterisiert selbst sehr gut seine Auffassungsweise, indem er sie ein[2]) „Hinstarren auf die Natur" nennt. Er stand nicht aktiv, als selbstbewusster Beobachter der Natur gegenüber, sondern ließ dieselbe auf sich wirken und achtete dabei auf die Gedanken, welche in ihm die Natur hervorrief; indem er sie dann mitzuteilen suchte, bemühte er sich mehr, den Zustand auszudrücken, in welchem sich seine Gedanken befanden, als die objektiven Verhältnisse der Thatsachen gegen einander; der Grundlage jeder Wissenschaft, einer klaren Begriffsbildung, ist Goethe immer fern geblieben. Daher kommt seine symbolisierende Ausdrucksweise, daher seine Unklarheit und die Widersprüche, welche sich in seinen Abhandlungen auffinden lassen, daher seine Hochachtung des mystischen Spinoza und sein bewusster Gegensatz gegen den alles in Begriffe auflösenden Linné oder gegen Cuvier. Als Beispiel des Mangels an klaren Begriffen sei angeführt, dass er zwar über die sogenannte Metamorphose der Pflanzen viel geschrieben hat, dass man aber vergebens in seinen diesbezüglichen Abhandlungen nach einer klaren Definition dessen, was „Metamorphose" eigentlich bedeuten soll, suchen wird. Er nennt sie[3]): „die geheime Verwandtschaft der verschiedenen äußeren Pflanzenteile, als der Blätter, des Kelches, der Krone, der Staubfäden, welche sich nacheinander und gleichsam auseinander entwickeln . . . und man hat die Wirkung, wodurch ein und dasselbe Organ sich uns mannigfaltig verändert sehen lässt, die Metamorphose der Pflanzen genannt." Ein anderes Mal sagt er wieder[4]), dass der eigentliche Begriff der Metamorphose enthält, „dass das Pflanzenleben, in den Boden gewurzelt, gegen Luft und Licht strebend, sich immer auf sich selbst erhöhe und in stufenweiser Entwicklung den letzten abgesonderten Samen aus eigener Macht und Gewalt umherstreue" . . ., welche „Definition" nicht nur schwer auf die erstere zurückzuführen ist, sondern ihrer Unklarheit nach vielen Gedanken von Schelling gleichgestellt werden kann.

1) Außer den angeführten habe ich folgende Abhandlungen über Goethe's Naturphilosophie gelesen: R. Virchow: Goethe als Naturforscher, Berlin 1861. Carus, Geschichte der Zoologie, München. — J. Sachs, Geschichte der Botanik, 1875. — Am ausführlichsten ist Goethe's Naturphilosophie in der Hempel'schen Ausgabe seiner Werke (Bd. 33) von S. Kalischer behandelt worden; leider ist gerade diese Abhandlung zu naiv darwinistisch. — H. Helmholtz, Ueber Goethe's naturw. Arbeiten. Vorträge und Reden, I. 1884.

2) § 4 der Met. d. Pflanzen.

3) S. 83 der ern. Ausgabe (Bd. 33).

4) S. 113 (der G. Hempel'schen Ausgabe, Bd. 33).

Durch diese Art der Naturbetrachtung, durch die zwar tief und originell geschöpften aber nicht durch den Verstand gereinigten Ideen, durch das Hervorheben der symbolischen Ausdrucksweise ist Goethe einer der Vorläufer der deutschen Naturphilosophie geworden und teilt alle guten und schlechten Eigenschaften derselben. In der That lassen sich aus Goethe eine Menge von Stellen anführen, welche ganz im Geiste der späteren Naturphilosophie lauten, so z. B. seine durch gar nichts begründete Ansicht, dass alles Lebendige eine Hülle haben muss, oder der Glaube an die verfeinerten Säfte, welche zur Bildung der schönen Krone Anlass geben, während die grünen Blätter durch die Wirkung roher Säfte hervorgebracht werden, oder wenn er die „Begattung" der Pflanzen eine „Anastomose" nennt, ohne aber irgendwelche Definition der Begattung oder der Anastomose anzuführen. Ganz naturphilosophisch ist auch Goethe's Gedanke von dem wahren Wesen der Metamorphose der Pflanzen. Die Lehre, dass die verschiedenen Blattgebilde (Blätter, Kelch, Krone, Staubfäden etc.) einander morphologisch gleichwertig sind, bildet nur einen Teil der Goethe'schen Metamorphosenlehre. Er schreibt der Pflanze eine periodische Zusammenziehung und Ausdehnung zu und glaubt, dass die Verschiedenheit der Blattgebilde eben als Resultat dieser Zusammenziehungen und Ausdehnungen (Blatt breit, Kelch eng, Krone breit, Staubfaden eng) zu betrachten sind und legt auf diesen seinen Gedanken so großes Gewicht, dass er gerne zugesteht[1]), die morphologische Verwandtschaft der Blattgebilde sei schon von C. F. Wolff gelehrt worden, aber betont, dass dieser Forscher die Periodicität der Zusammenziehungen und Ausdehnungen übersehen habe, welche zu beobachten erst Goethe vorbehalten gewesen sei. Was Goethe endlich über die Spirialtendenz und Vertikaltendenz der Pflanzen sagt, dessen würde sich der extremste Schwärmer aus der Schelling'schen Schule nicht schämen. Es sind da[2]) Sätze zu lesen wie: die vertikale Tendenz „ist anzusehen wie ein geistiger Stab, welcher das Dasein begründet und solches auf lange Zeit zu erhalten fähig ist". Die Spiraltendenz soll nach Goethe männlich, die Vertikaltendenz weiblich sein u. s. w.

Das Prinzip der Naturphilosophie von Goethe besteht darin, dass alle Erscheinungen in stetiger Veränderung begriffen sind (worunter aber nicht Fortschritt gemeint wird, viel eher das *πάντα ῥεῖ* des Heraklit), ferner dass unsere Begriffe, indem sie sich nur auf fixierte Zustände beziehen, nur Ideen sind, denen nichts in der Natur entspricht, deren Abbild aber die Veränderungen in der Natur sind. Auch der Begriff der organischen Gestalt ist nur eine Idee, da auch die Gestalt sich thatsächlich fortwährend verändert. Wieder aber hat es Goethe vergessen, den Begriff der Idee näher zu

1) S. 89.
2) S. 166.

präcisieren, oder ihn nur eindeutig anzuwenden; bald deckt sich bei ihm die „Idee" mit dem „Begriff", bald sagt er wieder, dass die Teile eines Organismus einander in der Erscheinung ungleich, der Idee nach gleich sind, wobei ich die Bedeutung der Idee kaum zu definieren vermag; etwas derselben ähnliches ist etwa das, was wir „Typus" oder „specifische Eigenschaften" nennen.

Auch die jetzige Naturphilosophie baut auf dem Grundbegriffe der stetigen Veränderung, sie befindet sich aber in vollständigem Gegensatze zu Goethe, indem sie diese Veränderung selbst zu ihrem Beobachtungsobjekte zu machen sucht, während Goethe die metaphysischen unbeweglichen Ideen hinter den Veränderungen suchte und diese Ideen aufzusuchen für die Aufgabe der Wissenschaft hielt. Die Veränderung spielt aber in der Naturphilosophie von Goethe eine andere Rolle als heute. Wenn daher S. Kalischer[1]) sagt, dass „die Naturwissenschaft allezeit als eins der unsterblichen Verdienste Goethe's wird anerkennen müssen, den Begriff der Entwicklung in die Wissenschaft hineingetragen und ihr damit den mächtigen Anstoß gegeben zu haben, durch welchen sie sich zu ihrer gegenwärtigen Höhe emporgeschwungen hat", so liegt darin ein zwar wohlgemeintes aber gänzliches Missverständnis wie der Anschauungen Goethe's, so derjenigen der Evolutionisten. Ungeachtet dessen, dass es sich höchstens darum handeln kann, wie Goethe das besagte Problem aufgefasst hat, da seine direkte Wirkung auf die Entstehung resp. Verbreitung des naturwissenschaftlichen Evolutionismus mehr als problematisch ist, ungeachtet also seiner Verdienste um die Förderung der Wissenschaft handelt es sich bei Goethe nicht um die Entwicklung, sondern um das Beständige, was hinter den Veränderungen feststeht.

Dass Goethe kein philosophischer Evolutionist war, das heisst, dass er nicht versucht hat, systematisch die genetische oder historische Erklärungsweise anzuwenden, dies erhellt schon aus dem, was ich angeführt habe. Da nämlich Goethe das Hauptgewicht auf die Ideen gelegt hat, welche zeitlos sind, so muss bei ihm die Zeitfolge der Erscheinungen eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Es kann sich also bei ihm nur um gelegentliche Aussagen von der Möglichkeit oder Thatsächlichkeit einer geschichtlichen Entwicklung der Organismen handeln. Es wäre möglich, dass er z. B. an die Entstehung einer Art aus einer anderen geglaubt hat, ohne aber deshalb schon die naturwissenschaftlichen Thatsachen historisch erklären zu wollen. In der That ist das letztere der Fall. Goethe hat keine einzige von seinen zahlreichen — wohl kurzen und nur allgemeine Probleme behandelnden — Abhandlungen der Frage nach der geschichtlichen (phylogenetischen) Entwicklung gewidmet, was er doch gewiss gethan hätte, wenn er diesem Problem eine prinzipielle Wichtigkeit zugeschrieben hätte. Dass er über die Geschichte der Organismen überhaupt nachgedacht hat,

1) l. c.

dafür sprechen mehrere unzweideutige Stellen aus seinen Schriften. Er erzählt z. B.[1]), dass ihm Herder's Ideen zur Geschichte der Menschheit die Nachforschung nach dem Urtypus (= Idee) des Säugetieres erleichtert haben. Er hat mit Herder die Uranfänge der Erde und der darauf von alters her sich entwickelnden Geschöpfe besprochen. „Der Uranfang und dessen unabhängiges Fortbilden ward immer besprochen . . .“ An einem anderen Orte[2]) sagt er: „. . . wo das Ganze[3]) sich in Familien, Familien sich in Geschlechter, Geschlechter in Sippen und diese wieder in andere Mannigfaltigkeiten bis zur Individualität scheiden, sondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieses Geschäft der Natur; sie kann nicht ruhen noch beharren, aber auch nicht alles, was sie hervorbrachte, bewahren und erhalten. Haben wir doch von organischen Geschöpfen, die sich in lebendiger Fortpflanzung nicht vereinigen konnten, die entschiedensten Reste. Dagegen entwickeln sich aus dem Samen immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Teile zu einander verändert bestimmende Pflanzen, wovon uns treue, sorgfältige Beobachter schon manches mitgeteilt, gewiss nach und nach mehr zur Kenntnis bringen werden.“ Ein anderes Mal[4]) sagt Goethe wieder: „Wir glauben auch an die ewige Mobilität aller Formen in der Erscheinung.“ In derselben Abhandlung[5]) erklärt er seine Ansichten über die Beziehungen der Tiere zu ihrer Umgebung auf folgende, wie er es nennt, poetische Weise: wenn ein Walfisch in den Tropen aufs trockene Land geraten würde, so würde er infolge der veränderten Umgebung auch eine andere Gestalt annehmen, welche die Grundzüge der Walfischform behalten würde, aber an das Leben in der Luft angepasst wäre; dieses Bestehen der ursprünglichen Charaktere neben den neu erworbenen nennt Goethe eine „Sklaverei, das innere Unvermögen, sich den äußeren Verhältnissen gleichzustellen“.

Wie zu sehen, hat sich Goethe in der Frage nach der Blutverwandtschaft der Arten nicht gerade klar ausgedrückt, gewiss aber hat er hin und wieder über dieselbe nachgedacht; der Gedanke von der Entstehung einer Art aus einer anderen ist ihm nicht fremd gewesen. Von einem solchen gelegentlichen Gedanken ist aber noch weit zu dem Glauben, dass sämtliche Organismen eines einheitlichen Ursprungs sind, und noch weiter zu der Philosophie, dass die Organismen nur als solche betrachtet werden müssen. Einen solchen Glauben konnte Goethe nicht hegen, da derselbe die Grundlage einer anderen Weltanschauung bildet, als diejenige war, welcher Goethe gehuldigt hat.

(Fortsetzung folgt.)

1) S. 13, Bd. 34.
2) S. 110, Bd. 33.
3) Man beachte, dass Goethe nicht sagt, der Urahne!
4) S. 275.
5) ibid.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. August 1901.** **Nr. 16.**

Inhalt: **Friedenthal,** Ueber die Stellung der Physiologie innerhalb des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften. — **Simroth,** Ueber die Abhängigkeit der Nacktschneckenbildung vom Klima. — **Thilo,** F. Reuleaux, Kinematik im Tierreiche.

Ueber die Stellung der Physiologie innerhalb des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften[1]).

Von **Hans Friedenthal.**

Die Betrachtung des Verhältnisses einer Wissenschaft zu ihren Nachbar- und Schwesterwissenschaften kann uns einen zweifachen Nutzen gewähren, indem wir einmal, das Geleistete historisch überschauend, die heute vorliegenden Resultate dieser Wissenschaft mit denen der Nachbargebiete vergleichen können, dann aber auch, indem wir einen Ausblick gewinnen auf die Probleme und Fragen, welche auf diesem Gebiete noch der Erledigung harren, und einen Maßstab für die Beurteilung erhalten, wie weit der idealen Forderung, welche in dem Namen einer jeden Wissenschaft in nuce enthalten ist, durch die heute vorliegenden Forschungsresultate genug gethan ist. Für eine solche Betrachtung ist die Physiologie unter allen Wissenschaften das geeignetste Objekt, denn in keiner Wissenschaft sind die Meinungen über die natürlichen Grenzen des Gebietes so weit auseinandergegangen, keine Wissenschaft ist in gleichem Grade in ihren Leistungen durch mißverständliche Auffassung ihrer Ziele und Aufgaben gehemmt worden wie die Physiologie, und keine erfährt noch heute eine so wechselnde Beurteilung ihrer Resultate und Ziele. Binden wir uns zum Beweise dieser Behauptung an die Definition von Physiologie, welche im Anfange des vorigen Jahrhunderts gegeben wurde, so wären wir nicht im stande, die Stellung der Physiologie innerhalb des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften zu besprechen, da die ersten Meister der

1) Vorgetragen d. 24. Mai 1901 in Berlin als Antrittsvorlesung nach der Habilitation für Physiologie.

Physiologie bis zu Johannes Müller die gesamten Naturwissenschaften nur als einen kleinen Teil der Physiologie ansahen, welche damals auch die Theologie und Philosophie in ihr gewaltiges Gebiet mit einbezogen hatte. Es dauerte diese denkbar weiteste Auffassung von den Zielen und Aufgaben der Physiologie, welche in ihren Leistungen noch in den Kinderschuhen steckte, allerdings nur kurze Zeit, und wenige Jahre nach dem Tode von Johannes Müller trat jene Entfremdung zwischen Philosophie und Naturwissenschaften ein, die heute noch auf einen befriedigenden Ausgleich harrt. Trotzdem müssen wir uns mit jener ältesten Auffassung von Physiologie vertraut machen, da einer der gefährlichsten Feinde des Fortschrittes in der physiologischen Wissenschaft, der später genauer zu charakterisierende Neovitalismus, bemüht ist, unter Wiederaufnahme der von Du Bois-Reymond allzu schroff abgebrochenen Beziehungen zwischen Physiologie und Philosophie aus jener ältesten Auffassung heraus die inzwischen von der Physiologie errungenen gewaltigen Erfolge herabzusetzen. Lassen wir als Vertreter der denkbar weitesten Auffassung von Physiologie Karl Friedrich Burdach sprechen. Er sagt: „die Aufgabe der Physiologie ist es, die Wesenheit vollständig und in ihrem ganzen Umfange mithin das Psychische wie das Körperliche und zwar sowohl nach der Erscheinungsweise als nach dem Grunde zum Gegenstand zu haben, also Empirie und Theorie zu vereinen. Physis, Natur, drückt die Einheit der einzelnen Wesenheit und der gesamten Wirklichkeit aus. Dies deutet darauf hin, dass die Wesenheit eines Dinges nur im Ganzen der Wirklichkeit wurzelt und nur darin vollständig erkannt wird. Also muss die Physiologie, um zur Erkenntnis des Menschen zu gelangen, die ganze Natur anschauen und die Welterscheinungen betrachten. Die Physiologie ist demnach der Gipfel aller Naturwissenschaft, der Einheitspunkt der Erkenntnis aller Wirklichkeit. Da endlich Natur die Einheit der Welt und ihres Grundes ausdrückt, so muss auch die Physiologie in dem Zusammenhange der Welterscheinungen den unendlichen Grund derselben erkennen und zur Anschauung des unbedingten Seins sich erheben, sie muss erfahrungsmäßige Erkenntnis Gottes oder natürliche Theologie werden.“ Schälen wir aus der scholastischen Hülle den Kern der Anschauungen dieses Physiologen, so umfasst also nach seiner Meinung die Physiologie nicht nur die gesamten Naturwissenschaften, sondern auch Theologie, Philosophie und Psychologie sind nur als Hilfswissenschaften der Physiologie anzusehen.

Mit tiefer Wehmut muss es uns erfüllen, dass eine so großartige Auffassung von der Einheitlichkeit und inneren Zusammengehörigkeit aller Wissenschaften sich als ganz ungeeignet erwies, den Ausbau der Wissenschaft im einzelnen zu fördern. Die Auswüchse der Naturphilosophie führten in kurzer Zeit zu einer reinlichen Scheidung zwischen

den Naturwissenschaften und den übrigen Geisteswissenschaften, und beiden Teilen gereichte diese Trennung anfangs zu großem Vorteil. Ganz anders lauteten in dieser späteren Periode die Definitionen für „Physiologie", welche nach Aufgabe ihres Anspruches die Zusammenfassung aller Geisteswissenschaften zu sein, ihren Platz innerhalb der Naturwissenschaften zugewiesen bekam. Die Physiologie ist die Lehre von den Vorgängen, welche an den lebendigen Wesen beobachtet werden, lehrte Du Bois-Reymond, und noch enger umgrenzte Ludwig ihr Feld, indem er es als die Aufgabe der Physiologie hinstellte, die Leistungen des Tierleibes festzustellen und sie aus den elementaren Bedingungen desselben mit Notwendigkeit herzuleiten. In jener Zeit, in der ein beispielloser Aufschwung die weise Selbstbeschränkung der Forscher auf ein enger begrenztes Gebiet belohnte, war die Stellung der Physiologie zu den anderen Naturwissenschaften, in deren Reihe sie eingetreten war, eine klar abzugrenzende. Sie sah es als ihre Aufgabe an, die Verrichtungen des Tierleibes auf die allgemeinen Naturgesetze, also schließlich auf die Grundgesetze der Mechanik zurückzuführen. Physik und Chemie wurden die Grundpfeiler der physiologischen Vorbildung, und als eine stattliche Reihe von Erfolgen die Brauchbarkeit der Anwendung physikalischer und chemischer Methoden erwiesen hatte, wurde die Physiologie wohl auch schlechthin als auf Organismen angewandte Physik und Chemie aufgefasst. Die Beziehungen der Physiologie zu den beschreibenden Naturwissenschaften waren damals recht lockere. Nur die menschliche Anatomie wurde eifrig gepflegt und unterstützte in wesentlicher Weise die physiologische Durchforschung der Organe und ihrer Verrichtungen. Zoologie und Botanik, befruchtet von Darwin's unsterblichem Werk über die Entstehung der Arten, bauten sich ihr eigenes Reich und verloren allmählich die enge Fühlung, welche sie mit der Physiologie in den ersten Zeiten ihrer Entwicklung gehabt hatten. Auch die Entwicklungsgeschichte folgte der damaligen Arbeitsmethode der Zoologie, welche als ihre Mutterwissenschaft angesehen werden konnte, und beschränkte sich auf die morphologische Vergleichung der frühen Entwicklungsstadien von Tieren und Pflanzen, ohne die physiologische Funktion der untersuchten Organe in ihren Arbeitsbereich zu ziehen. Desto inniger war zu dieser Zeit die Verknüpfung der Physiologie mit der Medizin, welche erst durch die Aufnahme der physiologischen Forschungsresultate in die Reihe der angewandten Naturwissenschaften eintrat. Die enge Verbindung dieser beiden Disziplinen gereichte beiden gleichmäßig zum Vorteil. Ermöglichte die Physiologie dem Arzte die Diagnose der Krankheiten und gab sie ihm die Gesichtspunkte für sein therapeutisches Handeln, so bot dieser ihr dafür in dem nun wissenschaftlich beobachteten Krankenmateriale reiche Gelegenheit zur Erweiterung ihrer Kenntnisse über die Verrichtungen der verschiedensten Organe.

Denn der Mensch und die ihm nahestehenden Tiere waren das vorzüglichste Beobachtungsmaterial der Physiologen. Im Laufe weniger Jahrzehnte erlangte die Physiologie die Kenntnis von der Funktion der meisten Organe des Menschen und der höheren Tiere, schuf sie die Methoden zur quantitativen Erforschung des Stoff- und Kraftwechsels der Organismen, deren wir uns noch heute bedienen, und wie um von ihrem Ueberflusse auch den Nachbarwissenschaften etwas zu Gute kommen zu lassen, förderten die Arbeiten von Physiologen Physik und Chemie, Mechanik und Energetik in wesentlichen Punkten. Die Philosophie konnte nach ihrer Loslösung von den Naturwissenschaften keinen schädigenden Einfluss auf die aufstrebende Physiologie mehr ausüben.

Betrachten wir dagegen die heutige Stellung der Physiologie innerhalb des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften, so müssen wir eine beträchtliche Verschiebung der eben geschilderten Verhältnisse konstatieren. Die Zahl der Tochterwissenschaften der Physiologie, welche sich die Behandlung spezieller Probleme der Physiologie zur Aufgabe gesetzt haben, ist jetzt eine recht große und noch stetig im Wachsen begriffene. Nach Durchforschung der morphologischen Seite ihrer Aufgabe sind vergleichende Anatomie und Zoologie, Botanik und Entwicklungsgeschichte zu Zweigen der Physiologie geworden, welche an Reichhaltigkeit der Resultate die spezielle Organphysiologie des Menschen und der höheren Tiere fast erreicht haben, und sie in nächster Zukunft infolge des größeren Umfanges ihres Gebietes mit Notwendigkeit überflügeln müssen. Pharmakologie und Pathologie, Bakteriologie und Hygiene haben einen großen Teil des Arbeitsgebietes besetzt, welches früher der speziellen Physiologie vorbehalten war. Mit Notwendigkeit muss in nicht allzulanger Zeit die spezielle Physiologie des Menschen in der Zoologie aufgehen, von der sie ja nur einen natürlichen Bestandteil bildet. Für die physiologische Forschung der Gegenwart ist nun dies Anwachsen der biologischen Sonderdisziplinen durchaus nicht nur von Vorteil gewesen. Noch immer bildet die spezielle Physiologie die Centralstelle für die Kenntnis von den Lebensvorgängen, welche die von den Sondergebieten erworbenen Kenntnisse zu einem einheitlichen und möglichst vollständigen Bild vom Leben und seinen verschiedenartigen Aeußerungen zusammenzufassen bemüht ist. Es ist nicht zu verkennen, dass die verschiedensten Umstände sich heute vereinen, um ihr diese Thätigkeit zu erschweren oder unmöglich zu machen. Bedingt die große Zahl von Sondergebieten, auf welchen mit Erfolg physiologische Fragen in Angriff genommen werden und die stets wachsende Zahl von Forschern innerhalb der einzelnen Disziplinen allein schon ein Anschwellen der Litteratur, welches geeignet ist, die Uebersicht über das bisher geleistete zu erschweren und die Punkte zu verschleiern, an denen die physiologische Forschung mit

Erfolg einzusetzen hätte, so kommt für den Physiologen noch als doppelt erschwerend hinzu, dass die einst so segensreiche innige Verknüpfung der Physiologie mit der Medizin in unserer Zeit beginnt, immer stärker ihre Schattenseiten hervorzukehren. Zu der fast unübersehbaren Zahl von Fachblättern der einzelnen biologischen Disziplinen gesellt sich die noch viel größere Zahl medizinischer Zeitschriften, in denen wichtige von Aerzten gewonnene Ergebnisse physiologischer Forschung veröffentlicht werden, und droht den auf das Ganze der Lebensvorgänge gerichteten Blick des Physiologen auf unwesentliche, nur für die Medizin wichtige Einzelprobleme abzulenken und durch die oft unvollständige Bearbeitung der zu einem bestimmten Dienst für die praktische Heilkunde unternommenen Untersuchung zu unfruchtbarer Nachuntersuchung und Sicherstellung der beobachteten biologisch-interessanten Resultate zu veranlassen. Damit an Schädigung der physiologischen Forschung sich noch nicht begnügend, übernimmt die Medizin die Ausbildung derjenigen Forscher, welche sich dem Studium der Physiologie zuwenden wollen und entzieht ihnen kostbare Jahre, welche dem Studium der Naturwissenschaften gewidmet sein müssten, in so gut wie nutzloser Vorbereitung für die Ausübung der praktischen Heilkunde. Unterdessen gestalten sich die Beziehungen der Physiologie zu allen Naturwissenschaften von Tag zu Tag inniger, je schärfer die Fortschritte der Wissenschaft auf einheitliche und zusammenfassende Betrachtung der Vorgänge in der belebten und unbelebten Natur hinweisen. Auf dem Grenzgebiete von Physik und Chemie ist in der physikalischen Chemie ein neuer Zweig der Naturwissenschaften entstanden und zur Blüte gelangt und verlangt Berücksichtigung von seiten des Physiologen. Die physikalische Chemie macht zugleich das Studium der höheren Mathematik zu einem nunmehr unentbehrlichen Hilfsmittel der physiologischen Forschung. Botanik und Zoologie, Entwicklungsgeschichte und Entwicklungsmechanik, Chemie, Physik und physikalische Chemie verlangen von dem Physiologen nicht bloß gekannt, sondern vollständig erfasst und durchdrungen zu sein, wenn die Einheitlichkeit und Kontinuität der physiologischen Forschung, die jetzt an den verschiedensten Punkten bedroht erscheint, nicht völlig verloren gehen soll.

Zu den eben genannten Faktoren, welche am Werke sind, die führende Stellung der Physiologie innerhalb der Naturwissenschaften zu untergraben, gesellen sich nun noch zwei innerhalb der Physiologie entstandene Richtungen, die sich bemühen, zu erschüttern, was den äußeren Widerwärtigkeiten bisher Trotz geboten hat. Es sind dies der wissenschaftliche Pessimismus und der schon eingangs erwähnte Neovitalismus. Beide führen von entgegengesetzten Voraussetzungen ausgehend zu demselben Resultat. Der Pessimismus, welcher — die Physiologie als Lehre von den Verrichtungen der menschlichen Organe

auffassend — durch die gewaltigen Leistungen der großen Begründer der Physiologie ihre Aufgabe im wesentlichen erfüllt sieht und der heutigen Generation nur eine wenig Erfolg versprechende karge Nachlese auf dem erschöpften Boden dieser Wissenschaft in Aussicht stellt, und der Neovitalismus, die Folge einer allzu weit getriebenen Trennung zwischen Philosophie und Naturwissenschaft, der im Gegenteil nicht nur keine der wesentlichen Fragen der Physiologie als gelöst ansieht, sondern auch die Möglichkeit der Lösung physiologischer Probleme in nächster Zukunft ableugnet. Beobachtet der Naturforscher neue Thatsachen der Bewegung, der Fortpflanzung, der Ernährung an lebenden Organismen, so sucht der Neovitalist diese Ergebnisse als relativ wertlos hinzustellen, da der Naturforscher über die Aktivität, die Seele, die Empfindungen und Gefühle dieser Wesen keine Aufschlüsse geben könne. Es leuchtet ohne weiteres ein, wie sehr solche Richtungen, die eine ausführlichere Widerlegung verdienen als in dem engen Rahmen einer Vorlesung gegeben werden kann, geeignet sind, die Arbeitszuversicht der Forscher zu hemmen, den Zuzug neuer Kräfte fernzuhalten und die Meinung derer zu bestärken, welche die Physiologie als einen vorläufig so gut wie abgeschlossenen nicht mehr recht entwicklungsfähigen Zweig der Naturwissenschaften ansehen wollen.

Betrachten wir nun alle erwähnten Faktoren genauer, welche sich heute der physiologischen Forschung in den Weg zu stellen versuchen, so scheint keiner derselben unüberwindlich, keiner derselben geeignet, der Physiologie die führende Stellung innerhalb der Naturwissenschaften, die ihr nicht allein der Ausdehnung ihres Gebietes wegen zukommt, zu rauben. Die Ergebnisse der hoffentlich noch immer zahlreicher aufschießenden Tochterwissenschaften der Physiologie werden bei genügend universeller naturwissenschaftlicher Vorbildung der Forscher der Lehre vom Leben sogleich zu gute kommen, die Ueberfülle an Litteratur mit Notwendigkeit zu einer Organisation der Veröffentlichungen führen, welcher jedem Beitrag sogleich bei Erscheinen die entsprechende Verwertung und Verbreitung sichert. Durch Inangriffnahme der wichtigsten Lebensprobleme wird die Physiologie wie bisher so auch in Zukunft beweisen, dass sie ihre Hauptaufgaben noch nicht als gelöst ansieht, sondern dass die größten und schwierigsten Probleme noch der Erledigung harren. Ich erinnere nur an die Gebiete der tierischen und pflanzlichen Elektrizität, an das gewaltige Gebiet der Fermente und ihrer Wirkungen und an die Fragen nach dem Aufbau und der Zusammensetzung der lebendigen Substanz, um zu zeigen, welche Ziele und Aufgaben die heutige Physiologie beschäftigen. Der Neovitalismus endlich wird auf dem Gebiet der Psychologie ein gedeihliches Arbeitsfeld finden und damit aus dem Bereich der Naturwissenschaften im engeren Sinne, welche sich mit der Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen befassen, übergehen in das Bereich der Philosophie

oder der Lehre von der Gesetzmäßigkeit der Begriffe und Empfindungen. Dann werden bei der innigen und unlösbaren Verknüpfung aller Wissenschaft die von ihm gestellten Fragen die biologischen Wissenschaften, nicht mehr hemmen, sondern die auf dem Gebiet der Philosophie errungenen Ergebnisse die physiologische Forschung in wirksamer Weise ergänzen und vervollständigen.

Wenn die Physiologie sich nicht in Verfolgung von Einzelproblemen verliert, sondern diese den Spezialdisziplinen überlässt und die Erforschung der allen Lebewesen gemeinsamen Eigenschaften als ihre Hauptaufgabe ansieht, wird keine der Naturwissenschaften ihr die Stellung, welche bereits die ältesten Naturforscher ihr angewiesen hatten, als Schlussstein und Krönung des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften streitig machen können. Denn in der Lehre vom Leben und seinen Aeußerungen laufen die Aufgaben und Ziele aller Naturwissenschaften als in ihrem natürlichen Knotenpunkte zusammen. [76]

Ueber die Abhängigkeit der Nacktschneckenbildung vom Klima.

Von Dr. **St. Simroth.**

Die Ansichten haben sich jetzt wohl durchweg dahin geklärt, dass alle Nacktschnecken von beschalten abzuleiten seien. Die Wurzeln, aus denen sie entsprossen, sind indes außerordentlich verschieden. Ja bei den meisten echten Nacktschnecken, d. h. denen mit vollkommen geschlossenem Mantel (nach der bisherigen Auffassung), sind sie noch nicht mit Sicherheit aufgedeckt. Für die große Gruppe der Arioniden ist es Pilsbry und Vanatta in neuester Zeit geglückt, mit hoher Wahrscheinlichkeit den Ursprung bei den Endodontiden, zu denen unsere *Patula*-Arten gehören, nachzuweisen [9]. Für die azorische *Plutonia* glaube ich den engen anatomischen Zusammenhang mit den azorischen Vitrinen nachgewiesen zu haben [13]. Ebenso bestimmt scheint mir die Herleitung der meisten kaukasischen nackten Raublungenschnecken von den Parmacellen [17]. Wenn ich diese Formen in fünf Gattungen auflösen zu sollen meinte (in einer demnächst erscheinenden größeren Arbeit), so gehen vier von ihnen, *Pseudomilax, Trigonochlamys, Phrixolestes* und *Hyrcanolestes*, auf diesen Ausgangspunkt zurück, nur für *Selenochlamys* ist es noch nicht gelungen, irgend eine anatomische oder äußerlich morphologische Anknüpfung zu finden. Auch für *Amalia* scheint die Herleitung von *Parmacella* aus begründet, teils nach anatomischen, teils nach geographischen Beweisen. *Parmacella* ist die Schnecke des Wüstenrandes, die von Afghanistan aus durch Nordpersien den Kaukasus von Osten erreicht, dann aber die Linie Mesopotamien-Aegypten verfolgt, d. h. sich an den Wüstengürtel, bezw. dessen Oasen hält und in dem gleichen Verlaufe an Afrikas Nordküste bis Marokko vordringt und hier, der alten breiten Landbrücke ent-

sprechend, nach Spanien übersetzt, im Westen bis zur großen tertiären Tajobucht vordringt, im Osten dieses Flügels bis Südfrankreich am Fuße der Pyrenäen. Der Vorstoß nach den Canaren geht auf die entsprechende frühere Verbindung zurück, als die Inseln noch landfest waren. Auf diesem langen Wege, der sich wenigstens in seinem innerasiatischen Abschnitt deutlich macht durch die anatomische Aehnlichkeit mit *Parmarion-Girasia* und durch die etappenweise anatomische Umwandlung der Formen, ist *Parmacella*, wie gesagt, als solche in den Kaukasus nur wenig eingedrungen, so dass sie das steppenartige untere Curathal kaum überschritten hat. Der Grund aber, warum sie hier Halt machte, liegt nicht in irgendwelchen Gebirgsschranken, da sie solche in Innerasien überwindet, sondern in der erwähnten Umwandlung zu nackten Raublungenschnecken, die wiederum nur in dem klimatischen Einfluss gerade dieses intermarinen Scheidegebirges gesucht werden kann. Die Umwandlung lässt sich fast schrittweise verfolgen, zum mindesten ist die am weitesten nach Persien vorgeschobene Gattung und Art der betreffenden Testacelliden, *Hyrcanolestes velitaris*, zuerst von v. Martens als *Parmacella* beschrieben worden. Dass für die Umwandlung Zeit genug zur Verfügung stand, beweist das erwähnte Vordringen der Stammform *Parmacella* im Westen, das schon auf die Tertiärzeit zurückgeschoben werden muss. Westlich vom Kaukasus in der Linie, welche die Krim mit dem mittleren Kleinasien verbindet, in nordsüdlicher Richtung, setzt *Amalia* ein, die ebenfalls eine Umbildung von *Parmacella* darstellt, wobei ich auf die Thatsache, dass das höhere Gebirge die Umformung zu Raubschnecken zu begünstigen scheint, nicht weiter eingehen will. Ich habe aber diese Gruppe zunächst herausgehoben, weil sie in klarer Weise die Weiterbildung einer halben Nacktschnecke mit noch weit offenem Mantel — *Parmacella* — zu ächten Nacktschnecken mit geschlossenem Mantelschild — *Pseudomilax, Trigonochlamys, Phrixolestes, Hyrcanolestes, Amalia* —, vor Augen führt.

Die Anschauung, dass unsere echten *Limaces* von Hyalinen oder hyalinenartigen Vorfahren abstammen, erhält neuerlich eine weitere Stütze durch die Thatsache, dass einige kaukasische Species des Genus *Limax* noch deutliche Reste eines *Epiphallus* zeigen, welche die Kluft verengern.

Ueber die Ackerschnecken lässt sich bis jetzt noch immer nichts ausmachen betreffs der Descendenz. Die Fäden laufen zwar im Kaukasus zusammen, wie ich es früher annahm; und der *Agriolimax melanocephalus* bleibt auch nach bedeutender Erweiterung der Kenntnisse die Stammart. Ja es lässt sich zeigen, dass die bisher nur weiter östlich bekannte Gattung *Lytopelte* in den Kaukausus vordringt, und zwar in einer Form, die dem *Agriolimax melanocephalus* immer ähnlicher wird. Beide schließen sich geographisch so gut wie morpho-

logisch aneinander an, so dass man *Agriolimax* von *Lytopelte* wird ableiten müssen. Damit ist aber der Ursprung nur weiter nach Osten zurückgeschoben, bis Turkestan, ohne dass der Zusammenhang mit beschalten Formen irgendwie aufgeklärt oder der Lösung näher gebracht wäre.

Anders steht es mit einer mehr südlichen Reihe, die als Parallele zu der Parmacellen-Kette aufgefasst werden kann und vermutlich im Grunde mit ihr den Ausgangspunkt teilt. Nicht allzuweit von den östlichsten bekannten Fundorten der Parmacellen — Afghanistan —, setzt die *Parmarion*-Gruppe ein, die in ganz ähnlicher Weise eine Mittelform zwischen beschalten Pulmonaten und echten Nacktschnecken darstellt. Das Mantelloch liegt weiter vorn als bei *Parmacella*, aber die gesamte Anatomie deutet, namentlich in den Geschlechtswerkzeugen, auf nähere Verwandtschaft. Die Gruppe (*Parmarion*, *Microparmarion* etc.) verbreitet sich von Hinterindien und Ostchina über die malaiische Inselwelt [15]. Das entspricht aber durchaus der modernen zoogeographischen Ansicht, wie sie von Kobelt vertreten wird, wenn er an die Karte der palaearktischen Region das hinterindische Reich angliedert, Vorderindien aber, südlich vom Himalaya, davon ausschließt [6]. Im Südostgipfel also der palaearktischen Region würden *Parmacella* und *Parmarion* zusammenstossen. Von den letzteren nun in seinen südlichen, malaiischen Zweigen gehen wahrscheinlich jene westlichen tropischen Formen aus, die sich über Ostasien und Ostafrika verbreiten und zum Teil bis Westafrika vordringen, natürlich südlich der Sahara, in Ostindien *Girasia* mit ihren Verwandten, in Afrika *Urocyclus*, *Trichotoxon*, *Atoxon*, *Dendrolimax* u. a. Die letzteren sind mir hier von besonderem Interesse deshalb, weil sie den Uebergang zwischen halben und echten Naktschnecken voll machen. Die Beschreibungen, namentlich die früheren von Heynemann [4 u. a. a. O.], sind oft genug auf Schwierigkeiten gestoßen, ob ein Mantelloch noch zu melden sei oder nicht [14]. Hier und da kann man die Schale noch von außen durch das Loch hindurch erkennen, in anderen Fällen ist noch eine Oeffnung da, so fein, als wäre sie mit der Nadel gestochen, endlich gelingt es auch nicht mehr diese nachzuweisen, da sie, wenn sie noch existiert, sich in den Vertiefungen zwischen den Runzeln verbirgt.

Hier hätten die Untersuchungen von Täuber einzusetzen, die sich indes lediglich auf die palaearktischen Formen beziehen [18]. Sie kommen zu dem gewiss überraschenden Ergebnis, dass alle unsere Nacktschnecken, so weit sie untersucht wurden, *Limax*, *Agriolimax*, *Amalia*, *Paralimax*, *Gigantomilax*, *Arion* noch eine offene Kommunikation zwischen der Schalentasche und der Außenwelt haben, eine Kommunikation, die man wohl mit einer ähnlichen zu vergleichen hat, wie sie von Pelseneer bei Opisthobranchien mit eingeschlossener,

innerer Schale nachgewiesen wurde [8]. Die Möglichkeit, dass sich diese Kommunikation trotz vielfacher Manteluntersuchungen, ja trotz Schnittserien, wie sie z. B. von Plate durchgeführt wurden, bisher verbergen konnte, liegt in ihrer Ausbildung. Sie ist meist ein enger, gewundener Gang, der natürlich nicht in einen Schnitt fallen kann. In den meisten Fällen am Hinterende des Mantelschildes liegt die äußere Oeffnung, bei Arion mehr nach vorn. Man wird annehmen müssen, dass der Gang zu der Ableitung ausgeschiedener Flüssigkeit in der Schalentasche nach außen dient. Sie wird sich notwendig machen bei allen Mantelkontraktionen auf äußere Reize hin, ebenso aber auch beim Schrumpfen des Körpervolumens unter dem Einfluss von Trockenheit, und das weist zugleich dieser Flüssigkeit, die von den äußeren Hautsekreten sich kaum wesentlich unterscheiden dürfte, einen besonderen Wert zu zur Bewässerung der Haut.

Man kann sich fragen, wieweit dieser Gang der Schalenhöhle bei den Nacktschnecken verbreitet sein wird, auch ohne vorherige Untersuchung, die noch lange auf sich warten lassen dürfte. Es versteht sich von selbst, dass der Gang vorhanden sein wird bei allen Arioniden, Limaciden im weiteren Sinne, Urocycliden, bei Plutonia und ähnlichen, die man also gewöhnlich als echte Nacktschnecken bezeichnet. Fraglich und besonderer Prüfung bedürftig sind schon die kaukasischen Raublungenschnecken mit der engen, das Schälchen fest umschließenden Schalentasche, die bei *Selenochlamys* sogar ganz verkümmert erscheint und wohl keinen Schalenrest mehr beherbergt; fraglich ist auf der entgegengesetzten Seite *Philomycus* mit der riesigen, den ganzen Rücken überdeckenden Schalentasche ohne Schale, ebenso unklar ist *Apera*. Sehr unwahrscheinlich ist der Gang bei der abweichenden Gruppe der Janelliden, bei denen die Schale, in mehrere bis viele Stückchen zerfallen, fest in die Haut eingelassen ist [11. 13]. Mit Sicherheit findet sich nichts von solcher Kommunikation bei der völlig anders gebauten Gruppe der Vaginuliden, da nach Sarasin's neuester Darstellung [12] hier beim Embryo die Schale nur als ein freies Kutikularplättchen vorhanden ist, das nachher von den beiderseits heranwachsenden Mantelwülsten nicht eingeschlossen, sondern vielmehr wohl abgehoben wird und verschwindet; die Mantelwülste stoßen schließlich median in einer Raphe zusammen, die zumeist als heller Rückenstreif dauernd sichtbar bleibt. Ganz so dürften sich die Rathouisiden (*Atopos*) verhalten, so gut wie die Oncidien [10].

Bei den letzteren ist der ursächliche Zusammenhang des Schalenverlustes wohl besonders deutlich. Als Tiere, die am Littoral leben und nur in wenigen Ausnahmen weiter landeinwärts gehen und dann den Tag unter Baumrinde verbringen, um wohl nachts (oder bei Regenwetter?) ihrer Nahrung nachzugehen, bekunden sie ein hohes Feuchtigkeitsbedürfnis. Aehnlich sind die Vaginuliden, wenn auch echte

Landtiere, doch ans Feuchte gebunden, soweit Nachrichten vorliegen. Doch ist bei diesen Formen ein genaues Urteil deshalb unmöglich, weil wir die beschalten Stammeltern nicht kennen. Dasselbe muss leider von den Janelliden oder Athoracophoriden gelten.

Anders steht es glücklicherweise mit den Nacktschnecken im gewöhnlichen Sinne mit der Schale in der Schalentasche. Da ist es zunächst klar, dass manche aulakopoden beschalten Gattungen in verschiedener Weise ihren Mantel erweitern und besondere Schalenlappen auf die Schale hinaufschlagen, *Vitrina* bei uns, *Macrochlamys* und viele andere in Asien, speziell im Südosten. An sie müssen die Formen angeknüpft werden mit weitem Mantelloch. Für diese ist es charakteristisch, dass sie an ihrer Schale noch ein deutliches Gewinde haben, allerdings in verschiedener Weise. Die *Parmarion*-Gruppe, bei der die Ränder des Mantellochs beweglich sind und die Oeffnung vergrößern und verkleinern können, teilt die Schale durch eine scharfe horizontale Kreislinie in zwei Hälften, eine obere, welche durch das Loch wenigstens zum Teil der Luft ausgesetzt ist, und eine untere, welche lediglich aus dem unteren Teile der Spira besteht. Dieser untere Teil ist ganz zart und weich und nur aus dem Periostracum gebildet, der obere Teil dagegen, der meist allein beachtet wurde und in seiner Gestalt der gewöhnlichen Schalenplatte der Nacktschnecken entspricht, besteht aus dem Periostracum und dem Kalk darunter. Anders *Parmacella*. Ihr Gewinde ist nur klein mit vergrößerter Endplatte oder Spatha, aber das Ganze ist derb kalkig. Da tritt dann der klimatische Unterschied klar zu Tage. Die *Parmarion*-artigen leben im feuchten Klima der südostasiatischen Inselwelt, *Parmacella* geht am Wüstenrande entlang, allerdings die feuchten Oasen bevorzugend und in anderen Gegenden, wie in Südportugal, ihre Wachstums- und Fortpflanzungszeit auf die regnerischen Wintermonate beschränkend. Wie sich die asiatischen und nordafrikanischen Arten verhalten, ist leider unbekannt. Immerhin wird man aus dem Ganzen folgern dürfen, dass sich der erste Anfang dieser Nacktschneckenreihe unter dem Einfluss besonders feuchten Klimas bildete und dass *Parmacella* schon eine Art Rückschlag bedeutet mit härterer Schale und trocknerem Aufenthalt.

Vermutlich geht von hier aus die Weiterbildung in doppelter Richtung. Bei den afrikanischen Urocycliden kommt das einfache Schalenplättchen dadurch zu stande, dass der weiche Teil der Parmarionspira resorbiert wird. Dabei glaube ich meine Erfahrungen dahin zusammenfassen zu dürfen, dass alle Gebirgsformen, namentlich die reiche Urocyclidenfauna vom Kilimandjaro, des deutlichen Mantelporus entbehrt, dass dagegen *Atoxon*-Arten mit solchem Porus mehr aus der Steppe, also aus trockenem Klima, stammen. Die Nacktschnecken, die sich an *Parmacella* anschließen, also die kaukasischen Raubschnecken und

Amalia, dürften ihre ganz ähnliche Schalenplatte doch auf anderem Wege erlangt haben, durch immer stärkere Reduktion der Spira ohne Resorption, wofür die Parmacellenschale den Fingerzeig giebt.

Für *Plutonia* habe ich seinerzeit gezeigt, dass sie anatomisch mit den Azorenvitrinen übereinstimmt, dass sie aber auf die feuchten Teile der Inseln, namentlich auf die größeren Höhen mit ihrer Bewölkung, ihren Nebeln und ihren Elevationsregen beschränkt ist.

Für viele Nacktschnecken, deren Ursprung wir noch nicht mit Bestimmtheit angeben können, sind höhere, regenreiche Gebirgslagen Herde der Artbildung geworden, die Südalpen für *Limax*, der Kaukasus für *Agriolimax, Paralimax* u. a. Man darf wohl den Schluss ziehen, dass dieselben Bedingungen, die jetzt das Aufblühen der Gattung fördern, die gleichen sind, welche zuerst die Gattung schufen. Kurz, die Annahme, dass die Nacktschnecken ursprünglich klimatische Geschöpfe der Feuchtigkeit sind, drängt sich von allen Seiten auf.

Freilich cum grano salis! Schon in unserem Vaterlande sind viele Nacktschnecken keineswegs an eigentlich nasse Gegenden gebunden, ja es ist nur eine Art, *Agriolimax laevis,* gern ein Bewohner von Grabenrändern, sumpfigen Waldstellen u. dergl. Andererseits scheint dieselbe Schnecke eine ziemliche Trockenheit ertragen zu können, sonst wäre sie nicht so leicht zu verschleppen. Erst neuerdings ist mir das Tier von Hamburg aus wieder zur Bestimmung zugegangen als Begleiter von importierten Pflanzen, die einerseits von Japan, andererseits von Brasilien stammten. Aehnlich ist es mit dem Vorkommen aller unserer Gattungen im Kieferwalde der Sandhaiden, wie denn *Amalia* auch die Sächsische Schweiz nicht scheut. Doch darf man die Erklärung für solche Thatsachen nicht in dem Mangel an Feuchtigkeit suchen, eigentliche Xerophilen, Bewohner sonniger, wenig bewachsener Kalkabhänge sind nicht darunter. Der wahre Grund liegt vielmehr in dem Nacktschneckenkörper selbst, dessen Schmiegsamkeit bei dem Mangel der Schalen gestattet, sich in tieferen Spalten, unter Rinden und Erdlöchern zu verkriechen, die nur wenigen Gehäuseschnecken mit besonders flacher oder schmaler Schale, wie *Chilotrema lapicida* und Clausilien, als Zufluchtsstätte dienen können. Das Hinabsteigen in Regenwurmlöcher ist namentlich geradezu der Anlass gewesen, warum unter den Nacktschnecken eine ganze Anzahl von Raubschnecken, sogen. Testacelliden, sich entwickelt haben. Die Gelegenheit hat Diebe gemacht.

Zur Beurteilung der ganzen Frage ist Künkel's experimenteller Nachweis an *Limax* (*Lehmannia*) *variegatus* von besonderem Interesse [7]. Die Schnecke ist, um rege zu werden, in erster Linie von einem bestimmten Feuchtigkeitsgrade abhängig, erst in zweiter von der Nahrung. Sie muss unter jener Grenze verhungern, trotzdem reichliches und gutes Futter vor ihr liegt.

Sind im großen und ganzen im vorstehenden die Ansichten über die Entstehung der Nacktschnecken und die Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen gegen früher nicht gerade geändert, sondern nur in Bezug auf genauere Erkenntnis bis zur modernen Höhe weiter durchgeführt, so kann jetzt zum Schluss die Frage aufgeworfen werden: was wird aus den Nacktschnecken eines Landes, das einer Klimaänderung unterliegt und weniger Niederschläge erhält? Wie weit geht die Anpassung vor Vernichtung und Aussterben? Da wir jetzt die Kommunikation der Schalentasche mit der Außenwelt kennen, dürfte sich die Frage dahin zuspitzen, ob auch noch bei unseren echten Nacktschnecken, bei denen dieser versteckte Gang nur schwer nachgewiesen werden konnte, noch wieder eine Erweiterung zum weit offenen Mantelloch möglich ist, wie bei den Urocycliden mit weniger dichtem Schluss, oder nicht.

Soviel ich sehe, sind in der Litteratur 3—5 Fälle von palaearktischen Nacktschnecken bekannt geworden mit offenem Mantelloch. Der erste Fund führte zur Aufstellung einer besonderen Gattung, *Aspidoporus* Fitzinger [2]; der zweite hatte dasselbe Schicksal, indem Hagenmüller das Genus *Tetraspis* darauf gründete [3]. Der dritte betrifft unsere gemeine Ackerschnecke, *Agriolimax agrestis*, von der ich zwei Exemplare mit weit offenem Mantelloch unter die Hände bekam [16], dazu ein Paar andere ähnliche (s. u.). Die von den früheren Autoren diskutierte Alternative, ob die Oeffnung auf künstlicher Verletzung bezw. Verwundung beruhe oder auf natürlichem Wachstum, konnte durchweg im letzteren Sinne entschieden werden. Bei den Ackerschnecken im speziellen war ein Zweifel gar nicht möglich, die Ränder des Mantellochs waren bei beiden Exemplaren glatt fortlaufend.

Es wird sich lohnen, auf die verschiedenen Fälle im einzelnen kurz einzugehen.

Aspidoporus wurde von Fitzinger aufgestellt nach einem Exemplar im Wiener Hofmuseum und als *A. limax* zum Range einer besonderen Gattung und Art erhoben [2]. Heynemann erkannte, dass es sich um eine *Amalia* handelt [4. 5]. Den Bemühungen Babor's aber und Sturary's gelang es, die Form als regelrechtes Vorkommnis wieder aufzufinden [1]. Die Schnecke stammt einerseits von Nordsteiermark von der Hohen Veitsch, andererseits von Montenegro, wo Werner ein junges Stück fing. Es zeigt sich, dass der Mantelporus nicht immer gleich entwickelt ist. Babor sagt darüber: „Entweder ist der Schild am hintersten Pole seicht ausgebuchtet und in den Rücken wie eingeschnitten, oder man findet, was öfters der Fall sein kann, ein von Furchen abgegrenztes kurzes, aber breites, in die Dorsalwand tief eingedrücktes Läppchen; im letzten Falle fehlt dann weitere Skulptur am Schilde, wogegen im ersteren, verhältnismäßig seltenen, dicht vor dem Hinterende eine schmale, ritzförmige Oeffnung

vorhanden ist, die in die Schalentasche führt (im lebendigen Tier hat das Loch eine beinahe runde Form, durch die Konservierung pflegt es die Gestalt eines länglichen queren Schlitzes anzunehmen); manchmal ist der Porus nur durch eine kurze scharfe Rinne angedeutet, die nicht durch die Mantelwand hindurchführt, sondern blind endet." Hierzu ist zu bemerken, dass wahrscheinlich das Blindende nur scheinbar ist und auf Täuschung beruht. Da Babor nicht geschnitten hat, wird sichs lediglich um den verengerten Schalengang handeln, den Täuber nachgewiesen hat. Auf Grund anatomischer Eigentümlichkeiten — abweichende Darmaufwindung und Mangel accessorischer Genitaldrüsen — hält es Babor für nötig, eine besondere Untergattung und Art aufrecht zu erhalten, *Aspidoporus limax*. Dazu möchte ich folgendes hinzufügen. Es könnte scheinen, als ob der Mangel der Atriumdrüsen einen besonders primitiven Zug bildete und die Art an den Anfang des Genus *Amalia* stellte. Wenn indes meine oben skizzierte Auffassung richtig ist, wonach sich *Amalia* von *Parmacella* ableitet, dann sind jene Drüsen weiter nichts als mehr zusammengefasste und lokalisierte Steigerungen jener einzelligen, notenförmigen Drüsen, welche bei *Parmacella* das große Atrium rings auskleiden. Der Mangel bei *Aspidoporus* erscheint unter diesem Gesichtspunkt nicht als ein primärer, sondern als eine sekundäre, durch Reduktion erzeugte Weiterbildung. Es liegt also kein Grund vor, das Mantelloch von *Aspidoporus* als einen primitiven Zug zu betrachten, wie das der Urocycliden. Uebrigens enthält die Schalentasche, wie zu erwarten, das normale Kalkplättchen.

Ich komme zu *Tetraspis*. Hagenmüller beschreibt das kleine Tierchen, von dem nur ein Exemplar vorlag, als *Tetr. Letourneuxi*, weil es Letourneux 1878 bei Adelsberg erbeutet hatte [3]. Es ist ein kleiner *Arion*, wahrscheinlich ein junger *subfuscus*, vielleicht auch ein *A. minimus* oder *intermedius*, vorausgesetzt, dass er, bei 15 mm Länge, geschlechtlich entwickelt ist. Das Mantelloch liegt weiter vorn, beinahe mitten auf dem Schild, entsprechend der Lage des Schalenganges nach Täuber. Eine Schale fehlt natürlich, der Gattung entsprechend. Ob Kalkkrümel als Reste vorhanden sind, erfahren wir nicht.

Endlich die Ackerschnecken. Heynemann erwähnt ohne genauere Beschreibung, dass ihm gelegentlich zwei *Agr. agrestis* mit offenem Mantelloch durch die Hände gegangen seien, ohne Fundortsangabe [4]. Babor meldet einen ähnlichen *Agr. laevis* von Elbekosteletz in Böhmen [1]. Die genaueren Angaben konnte ich machen [16]. „Sehr auffällig waren unter vielen *Agriolimax agrestis* von Vir Bazar (Montenegro) zwei Stück durch ein offenes Mantelloch. Kreisrund, in der Medianlinie, ein kleines Stückchen vor dem Ende des Mantels, also da, wo bei *Aspidoporus* und bei manchen Urocycliden die Oeffnung liegen wird, in dem einen Falle von knapp 2 mm, im anderen von reichlich

3 mm Durchmesser. Bei dem letzteren sprang auf der rechten Seite ein kleiner spitzer Hautzipfel vor, der sich indes, nach hinten gerichtet, der Peripherie dicht anschmiegte. Im Alkohol quoll die Niere, unverletzt, ein wenig vor. Das veranlasste nähere Untersuchung, und diese ergab, dass keine Spur von Schale vorhanden war. Alle übrigen mit geschlossenem Mantel hatten sie in normaler Weise. Die Besichtigung der Lochränder zeigte, dass von einem gewaltsamen Eingriff keine Rede sein konnte; es war ein fortlaufender, natürlicher Rand.“ Das merkwürdigste bleibt dabei, dass der Fall sich an derselben Lokalität wiederholte, während doch sonst bei der Unsumme untersuchter Ackerschnecken im ganzen nur zwei ähnliche Fälle beobachtet wurden.

Damit bin ich beim springenden Punkt angelangt. Alle die Beispiele von palaearktischen Nacktschnecken mit deutlich offenem Mantelporus beschränken sich auf ein zusammenhängendes Gebiet. Es reicht von Böhmen über Steiermark bis Montenegro. Lässt man den vereinzelten Fall des *Agriolimax laevis* bei Seite, der bei der kosmopolitischen Verbreitung der Schnecke und ihren ziemlich verschiedenen Lebensbedingungen (s. o.) weniger Beachtung verdient, dann engt sichs noch mehr ein, auf die Ostalpen von Steiermark bis Montenegro, mit anderen Worten, auf die östlichen Kalkalpen, die Karawanken, den Karst und die südlichen Küstenketten, wenn wir die Gebiete nehmen, wo wenigstens zwei von den drei fraglichen Formen zusammentreffen, auf den Karst bis hinunter nach Montenegro. Damit aber haben wir ein Gebiet vor uns, welches wohl zweifellos in früherer Zeit besser bewaldet und feuchter war, infolge der Kultur und der Abholzung indes immer trockener geworden ist. Und wenn wir auch bis jetzt noch weit davon entfernt sind, den Einfluss dieser Aenderung auf die Nacktschnecken im einzelnen während der individuellen Entwicklung nachweisen zu können, so muss doch wohl aus der vorstehenden Zusammenstellung ohne weiteres angenommen werden, dass die Austrocknung für die Unzulänglichkeit des Mantels zum vollständigen Schluss verantwortlich zu machen ist. An Stelle des allgemeinen Begriffs „Rückschlag“, der nur eine Umschreibung, aber keine Erklärung der Thatsachen bedeuten würde, tritt der ursächliche Zusammenhang. Dabei leuchtet es ein, dass für *Arion* (*Tetraspis*) und *Agriolimax* die Erscheinung als rein teratologisch anzusehen ist, wie sich aus dem Fehlen der Schale bei den Ackerschnecken von selbst ergiebt. *Aspidoporus* scheint dagegen, entsprechend seiner inneren anatomischen Umwandlung, das Produkt einer langsamen, lange andauernden, konstitutionellen Anpassung zu sein, er würde am ersten Aussicht bieten, experimentell die Abhängigkeit der Weite des Schalenganges vom Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung zu prüfen. Für die langsamere, typische Herausbildung dieser Form kann man auf das allgemeine Verhalten der *Amalia* aufmerk-

sam machen, die in den Mittelmeerländern verhältnismäßig wenig hygrophil sind.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass Austrocknung über ein gewisses Maß hinaus das Nacktschneckenleben, Gattung für Gattung, allmählich unterdrücken müsste; und da sei es erlaubt, aus Hagenmüller's Abhandlung schließlich noch einen Passus auszugraben. Am Kap de Gard in Algier findet sich eine 5 m mächtige Ablagerung, die so reich an Nacktschneckenschalen ist, dass ein einziger Kubikmeter 3000 Stück ergab! Wie wäre ein solcher Reichtum möglich bei dem jetzigen Klima des Landes? [73]

Leipzig, 15. Mai 1901.

Litteraturverzeichnis.

[1] Babor. Ueber *Aspidoporus limax* Fitz. In: Ann. k. k. naturhist. Hofmus. Wien. 13, 1898, p. 34—39.

[2] Fitzinger, L. J. Systematisches Verzeichnis der im Erzherzogtume Oesterreich vorkommenden Weichtiere... Beiträge zur Landeskunde Oesterreichs unter der Enns. 3, Wien 1833, p. 88—122.

[3] Hagenmüller, P. Nouveaux genres de Limaciens du système européen. Bull. soc. malacol. de France. 1885, p. 293—312.

[4] Heynemann, D. F. Studien über einige wenig gekannte Gattungen. Jahrb. d. d. malac. Ges. 10, 1884, p. 1—16.

[5] Ders. Zur Geschichte der Gattung *Aspidoporus* Fitz. Nachrichtsbl. d. d. malac. Ges. 1898, p. 108—111.

[6] Kobelt, W. Die Verbreitung der Tierwelt. Lief. 1. Leipzig 1901.

[7] Künkel, K. Zur Biologie der Nacktschnecken. Verhandl. d. d. Zool. Ges. 1900.

[8] Pelseneer, P. La cavité coquillière des *Philinidae*. Compt. rend. ac. sc. Paris. 117, p. 810—811.

[9] Pilsbry, H. Phylogeny of Arionidae. Proc. molac. soc. London, 3, 1898.

[10] Plate, L. Studien über opisthopneumone Lungenschnecken. II. Die Oncidien. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. VIII, 1894.

[11] Ders. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Janelliden. ibid. XI, 1898.

[12] Sarasin, P. und F. Materialien zur Naturgeschichte von Celebes. II. Bd. Die Landmollusken von Celebes. Wiesbaden 1899.

[13] Simroth, H. Beiträge zur Kenntnis der Nacktschnecken; nova acta leop. 54, 1889.

[14] Ders. Die Tierwelt Ostafrikas. Nacktschnecken. Deutsch-Ost-Afrika. 4, Berlin 1895.

[15] Ders. Ueber die Gattungen *Parmacochlea, Parmarion* und *Microparmarion*. Zool. Jahrb. Abt. f. System. XI, 1898.

[16] Ders. Ueber einige Nacktschnecken von Montenegro und Korsika. Nachrichtsbl. d. d. malac. Ges. 1900, S. 79—94.

[17] Ueber Selbstbefruchtung bei Lungenschnecken. Verhandl. d. d. zool. Ges. 1900, p. 143—147.

[18] Täuber, H. Beiträge zur Morphologie der Stylommatophoren. Ann. Mus. Zool. St. Petersburg, 5, 1900, p. 373—411.

Kinematik im Tierreiche[1]).

Nur zu oft muss es der Naturforscher schmerzlich empfinden, dass ihm gewisse Kenntnisse der angewandten Mechanik fehlen, die jeder Ingenieur spielend beherrscht. Nur zu häufig ist er außer Stande, verwickelte mechanische Verhältnisse am Tierkörper zu deuten, weil ihm die Vorbildung des Technikers mangelt.

Versucht er es dann, sich an die Lehrbücher der Physik oder an einen Physiker zu wenden, so ist er oft erstaunt, dass er hier keine Auskunft findet und die Antwort erhält, auf solche Spezialfragen sind wir nicht eingerichtet. Steht er dann ratlos da, so ist es nicht selten der Techniker, welcher ihm Rat schafft. Mit einem Schlage erkennt er dann den großen Unterschied, welcher zwischen den Naturwissenschaften und den technischen Wissenschaften besteht. Diesen Unterschied kennzeichnet Reuleaux gewiss sehr treffend, wenn er sagt: „Die Naturwissenschaften sind die Wissenschaften des Erkennens, die technischen Wissenschaften die des Schaffens."

Infolgedessen scheint es mir, als wenn der Naturforscher sich mehr mit der Analyse, der technische Forscher mehr mit der Synthese beschäftigt und zwar muss der Techniker seine Synthesen streng nach den Regeln der Mathematik überwachen: denn sein Beruf ist ja meistens viel verantwortlicher als der eines Anatomen oder Physiologen. Hierdurch werden natürlich seine Beobachtungen und Erwägungen sehr zuverlässig. Bedenkt man nun noch, dass die Zahl der Techniker sehr groß ist und dass die Techniker meistens mit viel größeren Mitteln arbeiten als wir Naturforscher, so wird es verständlich, wie die technischen Wissenschaften in verhältnismäßig kurzer Zeit so Staunenswertes erringen konnten.

Auch für den Naturforscher bilden diese Errungenschaften eine reiche Fundgrube des menschlichen Wissens und Könnens. Er hat daher die Pflicht, sie nicht unbenutzt zu lassen. Leider aber besteht eine breite Kluft zwischen den Wissenschaften des Erkennens und des Schaffens. Daher sind gewiss Naturforscher und Techniker Reuleaux dafür zu großem Danke verpflichtet, dass er die mühevolle Arbeit unternommen hat, eine Ueberbrückung dieser Kluft anzubahnen.

Er hat selbst eine große Anzahl tierischer Mechanismen untersucht und in einer Beschreibung seiner Untersuchungen darauf hingewiesen, wie die Naturforscher sich die Errungenschaften der technischen Wissenschaften nutzbar machen können. Dieser Hinweis erscheint um so wertvoller, als ja Reuleaux selbst einen großen Teil jener Grundregeln der angewandten Mechanik aufgestellt hat, welche für den Anatomen und Physiologen von der größten Wichtigkeit sind. Selbst Reuleaux's Gegner[2]) geben es zu, dass „die Maschinenkinematik sein eigenstes Werk ist, dass sein Name als Begründer der Zwanglaufslehre stets an erster Stelle genannt werden wird", dass „seine Zwanglaufslehre ein unvergängliches Werk ist". Reuleaux's hier besprochene Abhandlung bildet den Schluss eines

1) Vergl. F. Reuleaux, Prof. Dr. Geheimer Regierungsrat, Lehrbuch der Kinematik, Bd. II, Braunschweig, 1900. Vieweg u. Sohn.

2) Vergl. J. Preuss, Ingenieur, Zeitschr. Deutsch. Ing., 23. März 1901, Nr. 12. A. Riedler, Die Stellung des Herrn Reuleaux zu den technischen Wissenschaften. Berlin, 1899.

Werkes über die Grundlehren des Maschinenbaues und umfasst nur 54 Seiten. Dieser Schluss ist natürlich nur demjenigen vollkommen verständlich, der den vorhergegangenen Teil des ganzen Werkes kennt.

Zur Erleichterung des Verständnisses bearbeitet daher Reuleaux — wie ich aus sicherer Quelle weiß — den Schluss des erwähnten Werkes für Naturforscher allgemeinverständlich. Den Zwecken des Biolog. Centralblattes entsprechend kann ich hier aus Reuleaux's Abhandlung nur die Hauptpunkte hervorheben, welche von allgemeinerem Interesse sind und eine Einleitung hinzufügen, die ich aus Reuleaux's Werken zusammengestellt habe. — Nach R. hat man zur Beurteilung von Mechanismen an Maschinen oder Tierkörpern folgende drei Arten von Analysen vorzunehmen:

A. Die Elementaranalyse, B. die Bauanalyse, C. die Getriebeanalyse.

A. Die Elementaranalyse.

Der Maschinenbauer unterscheidet nach dem Vorgange von Reuleaux drei Elemente an seinen Maschinen.

1. Die starren Elemente widerstehen sowohl dem Drucke als dem Zuge (Knochen u. dergl.).

2. Die Zugelemente widerstehen nur dem Zuge (Seile, Ketten, Sehnen u. s. w.).

3. Die Druckelemente widerstehen nur dem Drucke (Flüssigkeiten, Gase).

Aus diesen drei Elementen kann man herstellen

6 Verbindungen:

1 mit 1	1 mit 2	1 mit 3
2 „ 2	2 „ 3	
3 „ 3		

Verbindungen starrer Elemente (1 mit 1) sind die Gelenke der Knochen und anderer fester Gewebe, Verbindungen starrer Elemente mit Zugelementen (1 mit 2) Knochen und Sehnen, Verbindungen von Zugelementen mit Druckelementen (2 mit 3) Darm und Flüssigkeit u. s. w.

Die Gelenke

bilden selbstverständlich einen sehr wesentlichen Bestandteil der ganzen Abhandlung. Soweit mir bekannt, ist Reuleaux's Bearbeitung der Gelenke der erste Versuch, die Gelenke aller Tiere von einem gemeinschaftlichen mechanischen Gesichtspunkte aus zu betrachten. R. weist nach, dass man sowohl die Gelenke der Wirbeltiere als der Wirbellosen auf gewisse gemeinsame Grundformen zurückführen kann. Hierdurch wird die Beurteilung vieler scheinbar sehr zusammengesetzter Gelenke in hohem Grade vereinfacht.

Zu diesen Grundformen gehört nach Reuleaux das „Bandgelenk". Es erinnert an die Gelenke unserer Gliederpuppen mit Gummizügen. Ich fand solche Bandgelenke an den beweglichen Zähnen des Hechtes und der Muräne (Fig. 1). Eine andere Grundform ist nach R. das „Blattgelenk", welches an der Wage des Amerikaners Emery[1]) sich sehr bewährt hat. Es besteht aus einem biegsamen Stahlblatt (Fig. 2). Auf

1) Vergl. Reuleaux, Konstrukteur, IV. Aufl., S. 695 und Reuleaux, Kinem. II. S. 156.

den ersten Blick erscheinen federnde Knochenplatten als Gelenke an Tieren als etwas sehr Ungewöhnliches, und doch giebt es unter den Wirbeltieren sehr zahlreiche Beispiele derselben, z. B. die Rippen. Hierauf habe ich schon an einem anderen Ort hingewiesen [1]).

Statt der Blattgelenke findet man an unseren feineren Wagen meistens eine Schneide, die in einer Rinne ruht. Reuleaux weist darauf hin, dass der Unterschenkel (Tibia) der Heuschrecken sich auf eine ähnliche Schneide stützt. Die Herleitung derartiger Schneiden von Blattgelenken oder Bandgelenken stößt auf keine Schwierigkeiten, man findet derartige Uebergangsformen in großer Zahl an den Krebsen und Käfern.

Denkt man sich wiederum die Schneiden zu Walzen, Kegeln oder Kugeln abgerundet, so erhält man Walzen, Kegel und Kugelgelenke. Auch hierfür kann man zahlreiche Uebergangsformen an den Gliedertieren nachweisen. Leider kann ich hier nicht auf alle die hochinteressanten Gelenkformen eingehen, die Reuleaux sehr übersichtlich zusammenstellt. Es würde das zu weit führen, ich will hier nur noch Reuleaux's An-

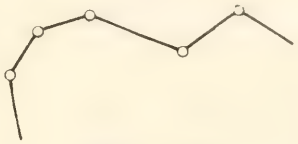
Fig. 1.

Bandgelenk.

Fig. 2.

Blattgelenk.

Fig. 3.



Offene Kette.

schauungen über die Befestigungsmittel der Gelenkteile hervorheben, also über das, was von uns genannt wird:

Der Schluss der Gelenke.

Nach R. giebt es zwei Arten von Gelenkschluss.

1. Der Umschluss entsteht dadurch, dass ein Knochen einen Hohlkegel, Hohlkugel u. s. w. bildet, welcher den Vollkegel des anderen Knochen umschließt. Diese Art der Befestigung ist bei den Tieren mit äußerem Skelett sehr häufig, verhältnismäßig selten an den Wirbeltieren.

2. Der Kraftschluss kommt dadurch zu stande, dass elastische Bänder oder Muskeln die Gelenkteile zweier Knochen zusammenhalten. Diesen Kraftschluss kann man an den Gelenken des Menschen beobachten. Ich habe es oft gesehen, wie das Schultergelenk nach Lähmungen der Schultergelenkmuskeln aus der Pfanne wich und wie dann eine Verrenkung des Gelenkes eintrat [2]).

1) Thilo, Die Umbild. a. d. Gliedmass. d. Fische. Morph. Jahrb. 1896.

2) Vergl. auch Habitual or recurrent dislocation of the shoulder by H. Burrel M. D. and Robert W. Lovett M. D. The American Journal of the Medical Sciences, August 1897.

Dieses Entstehen von „Schlottergelenken“ kann man auch an anderen Körperteilen beobachten und nach meinen Erfahrungen ist die sogenannte angeborene Hüftgelenkverrenkung oft nichts anderes als ein angeborenes Schlottergelenk der Hüfte, welches durch eine angeborene Schwäche der Muskeln des Hüftgelenkes bedingt ist.

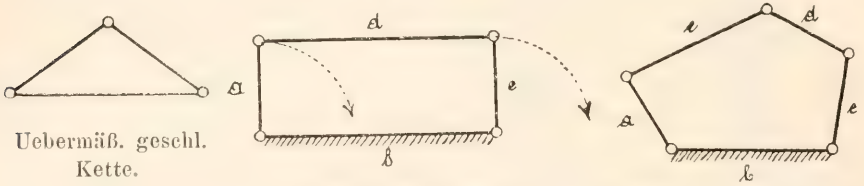
Man muss nun wohl also nach den Beobachtungen und Erwägungen von Reuleaux sagen: Wo kein Umschluss stattfindet, liegt Kraftschluss vor. Beim Kraftschluss spielen, wie es mir scheint, die Muskeln eine Hauptrolle, da nach Lähmung der das Gelenk umgebenden Muskeln ein Schlottergelenk sich ausbildet. — Wir haben also gesehen, dass zwei starre Elemente entweder durch Umschluss oder durch Kraftschluss aneinandergehalten werden. Reuleaux sagt: sie bilden dann ein „Elementenpaar“. Denkt man sich zwei durch ein Gelenk aneinander befestigte Knochen durch einen Muskel verbunden, so erhält man eine Kette von zwei starren Elementen und einem Zugelemente.

Die Bildung solcher Ketten lehrt

B. **Die Bauanalyse.**

Sie zeigt, dass man durch eine besondere Anordnung der Kettenglieder ganz bestimmte Bewegungen erzwingen kann. Derartig erzwungene

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.



Uebermäß. geschl. Kette. Zwangläuf. geschloss. Kette. Zwanglos geschl. Kette.

Bewegungen nennt der Maschinenbauer nach dem Vorgange Reuleaux's „zwangläufige Bewegungen“ oder „kinematische[1]) Bewegungen“.

Reuleaux unterscheidet: I. Offene Ketten, II. Geschlossene Ketten.

I. Offene Ketten.

Eine offene Kette zeigt Fig. 3 (a. S. 515); geschlossene Ketten sind dargestellt in Fig. 4, 5, 6.

Als Beispiel einer offenen Kette kann man anführen den menschlichen Arm:

a) Rumpf, b) Oberarm, c) Unterarm, d) Hand, e) f) g) erstes, zweites, drittes Fingerglied.

II. Geschlossene Ketten[2])

sind die Kiefergelenke einiger Giftschlangen[3]) (Fig. 9), welche dazu dienen, die Giftzähne aufzurichten und niederzulegen.

---

1) *κινέω* (kineo) = ich treibe, treibe an, zwinge zu gehen. Vergl. Reuleaux, Kinem. II, S. 145.

2) Vergl. Reuleaux, Kinem. II, S. 166.

3) Vergl. Thilo, Sperrvorr. i. T., S. 508.

Die Zahl der Kettenglieder und die Art ihrer Befestigung aneinander ist von der größten Bedeutung für die Beweglichkeit der ganzen Kette. Dieses mögen die in Fig. 4, 5, 6 dargestellten Vorrichtungen erläutern. Man stelle sich vor, dass sie aus Flacheisen bestehen, welche durch bewegliche Zapfen (einaxige Gelenke) aneinandergefügt sind.

Die Kette von 3 Gliedern (Fig. 4) ist unbeweglich oder „übermäßig geschlossen".

Die Kette von 4 Gliedern (Fig. 5) ist „zwangläufig geschlossen". Die Schraffierung unterhalb des Gliedes *b* deutet an, dass *b* auf einer Unterlage befestigt ist. Bewegt man *c*, so wird *a* und *d* in ganz bestimmten Bahnen mitbewegt, bewegt man *a*, so wird *c* und *d* in ganz bestimmten Bahnen mitbewegt.

Also die Bewegungen aller Glieder sind bestimmt.

Die Kette von 5 Gliedern (Fig. 6) ist „zwanglos geschlossen". Wenn das Glied *b* festgestellt ist, so sind nur die Bewegungen von *a* und *c* bestimmt. Die Bewegungen von *d* und *e* hingegen sind nicht bestimmt. Selbstverständlich sind diese Verhältnisse für den Maschinenbauer von großer Wichtigkeit, da er ja genötigt ist, seine Maschinen so herzustellen, dass sie genau die von ihm gewünschten Bewegungen ausführen. Natürlich muss er hierbei nicht erwünschte Bewegungen verhindern. Also die Lehre vom Zwanglauf zeigt, wie der Maschinenbauer Bewegungen herstellen und wie er sie verhindern kann. Hierbei hat er es so einzurichten, dass die zu Bewegungen dienenden Maschinenteile (Räder, Schieber u. s. w.) möglichst frei beweglich seien, damit sie möglichst wenig Reibungen oder Spannungen erleiden. Die nicht beweglichen Maschinenteile (Gestelle, Lager u. dergl.) hingegen muss er so herstellen, dass sie den Gang der Maschine nicht stören (durch Schwankungen u. dergl.) und dass sie möglichst widerstandsfähig seien. Hierzu muss er zu Gestellen, Ständern u. s. w. „übermäßig geschlossene" (dreigliederige) Ketten verwenden (Fig. 4). Genau dieselben Aufgaben hat auch der Orthopäd zu lösen. Für schmerzhafte Gelenke muss er Apparate herstellen, die jegliche Bewegung im Gelenk verhindern, für steife schmerzlose Gelenke muss er Apparate ersinnen, welche mit der größten Schonung Bewegungen im Gelenke hervorrufen. Leider entsprechen noch immer nicht sehr viele orthopädische Apparate diesen Anforderungen. So hat z. B. der Anatom Herm. Meyer schon vor 30[1]) Jahren nachgewiesen, dass ein Apparat, welcher noch heute zum Strecken verkrümmter Kniegelenke benutzt wird, vollständig gegen die Grundregeln der Mechanik verstößt und geradezu eine Verrenkung der Gelenkteile (Bajonettstellung) hervorrufen muss. 30 Jahre hindurch blieb sein Nachweis anerkannt und — unberücksichtigt. Der Apparat wird — wie gesagt — noch immer unverändert benutzt und nur bisweilen liest man die Aeußerung, dass er im allgemeinen nicht gut vertragen wird. Die Fehler des Apparates kann man leicht verbessern, wenn man sie erkannt hat, aber es scheint eben diese Erkenntnis recht selten zu sein und hieraus ersieht man, wie notwendig für den Orthopäden Kenntnisse der Mechanik sind.

1) H. Meyer, Ueber gewaltsame Streckungen von Kontrakturen, insbes. d. Kniegelenkes. Arch. f. klin. Chir. v. Langenbeck, 1868, Bd 9, S. 169.

Der Anatom und Physiolog hat diese Notwendigkeit schon längst eingesehen, und er braucht seine Kenntnisse nur nach den Errungenschaften der technischen Wissenschaften zu ergänzen. Die Zwanglauflehre würde auch ihm viele bisher unverständliche Verhältnisse erklären. So besteht z. B. das menschliche Becken aus 3 Teilen, die eine übermäßig geschlossene Kette bilden. Auf die Bedeutung der Dreigliederung des Beckens hat schon der Anatom H. Meyer[1]) hingewiesen. Er sagt: „Das Becken hat bei seiner Zusammenfügung aus 3 Teilen eine gewisse Nachgiebigkeit, ohne darum an seiner Festigkeit etwas einzubüßen. Das Becken leistet darum der Lastübertragung keinen starren Widerstand, sondern nimmt sie schonender mit einer Art von Federung auf — ein Umstand, der namentlich bei plötzlichen Uebertragungen von Wichtigkeit wird, z. B. bei der Berührung der Füße mit dem Boden beim Schlussakt des Sprunges.“ Im Alter schwinden leider sehr verschiedene Arten von Federungen, d. h. aus übermäßig geschlossenen Ketten werden durch Verknöcherungen starre Ringe. Dem entsprechend kommen dann auch an alten Knochen leichter Brüche zu stande als an jungen.

Uebermäßig geschlossene Ketten bilden auch die Fußwurzelknochen, welche das sogenannte Gewölbe des Fußes zusammensetzen. Auf den Nutzen dieser Verbindungen hat gleichfalls der ausgezeichnete Anatom Hermann Meyer[2]) hingewiesen. Nur seine großen mechanischen Kenntnisse und Fähigkeiten setzten ihn in den Stand, die Entstehung des Klumpfußes und des Plattfußes richtig zu deuten und ein Schuhwerk zu ersinnen, welches nicht bloß tausende von Kranken von sehr qualvollen Leiden befreite, sondern auch die Leistungsfähigkeit der Gesunden steigerte. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Schlachten verloren gehen können, wenn die Truppen wegen schlechter Stiefel nicht marschfähig sind. Wie sehr aber die von Meyer angegebenen Stiefel die Marschfähigkeit steigern, ist allgemein anerkannt und man kann daher wohl ohne Uebertreibung sagen, dass seine wissenschaftlichen Arbeiten einen nicht geringen Anteil an so manchem Siege haben.

Hier hat es sich wiederum gezeigt, wie rein theoretische Forschungen, auf die nur zu oft der Praktiker mitleidig herabblickt, die allergrößte praktische Bedeutung haben können.

Die soeben besprochenen kinematischen Ketten waren nur aus starren Elementen zusammengesetzt. Es wurde jedoch schon oben darauf hingewiesen, dass es auch Ketten giebt, die aus starren Elementen und Zugelementen bestehen, z. B. Knochen, Muskeln und Sehnen, oder solche Ketten, die aus Zugelementen oder flüssigen Elementen (Druckelementen) zusammengesetzt sind, z. B. Ader und Blut. Die Verwendung aller dieser Ketten erläutert R. in dem Abschnitt über die dritte Form seiner Analyse, in der

C. Getriebeanalyse.

„Sie legt dar, in welcher Weise die kinematischen Ketten zu Bewegungszwecken benutzt werden und überhaupt benutzbar sind. Wenn

1) H. Meyer, Die Statik. u. Mechan. d. menschl. Knochengerüstes. Leipzig Engelmann, 1873, S. 280.

2) Herm. Meyer, Stat. und Mechan. d. menschl. Fußes. Jena, Fischer, 1886. Ursach. u. Mechan. d. Entsteh. d. erworb. Plattfuß. Jena, Fischer, 1883 u. a. Schriften. Meyer's höchst lehrreiche Knochenpräparate zu diesen Abhandlungen befinden sich im Senkenbergmuseum zu Frankfurt a. M.

ausführlich behandelt, bildet diese dritte Analyse den Lehrstoff der angewandten Kinematik. Eines ihrer Hauptergebnisse ist, dass die Anzahl der Mechanismen oder Getriebe nicht groß ist. Damit ist eine Vereinfachung von außerordentlicher Tragweite gewonnen."

Gewiss sind Vereinfachungen die Grundbedingungen einer jeden höheren Entwicklung und gewiss empfindet wohl der vergleichende Physiolog ganz besonders das Bedürfnis nach Vereinfachung seiner sehr umfassenden Untersuchungen. Er hat es ja immerfort mit einer ungeheuren Menge von Mechanismen zu thun, die auf den ersten Blick grundverschieden von einander zu sein scheinen. Bei genauerer Untersuchung bemerkt er jedoch oft bald, dass Reuleaux Recht hat, wenn er sagt: „Ihrer Gattungen sind nicht viele, in Arten sind sie recht zahlreich, in Ausführungen aber geradezu unzählbar und übertreffen in diesem Punkte die künstlichen Maschinen milliardenfach."

Einen Ueberblick und ein Verständnis für diese Milliarden von Ausführungen zu schaffen, ist die schwierige Aufgabe des vergleichenden Physiologen und gerade er muss nur zu oft verzweiflungsvoll ausrufen, „wo fass ich dich unendliche Natur". Er wird daher ganz besonders

Fig. 7.

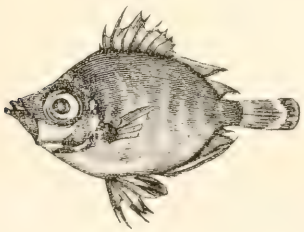
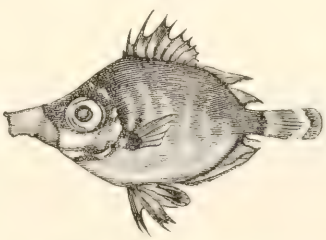


Fig. 8.



wohlthuend die Erleichterung empfinden, welche Reuleaux's kinematische Analysen gewähren.

Bei der Getriebeanalyse muss man nach R. an den Mechanismen unterscheiden die Leitung und Haltung, Treibung und Gestaltung.

I. Die Leitung

„oder Führung in bestimmten Bahnen" lässt sich an zahlreichen Bewegungsvorrichtungen des Tierkörpers deutlich nachweisen.

Die Gliedmassen werden von den Muskeln in kreisförmigen Bahnen geleitet. Diesen Kreisführungen entsprechen auch die Ausdrücke der Turner „Armkreisen, Beinkreisen" u. s. w.

Es giebt aber auch Leitungen in geraden Bahnen. Eine derartige „Geradführung" beschreibt Reuleaux nach den Lehren des Zwanglaufes am Maule des „Lippfisches". Dieser kleine Fisch versteht es, sein Maul so sehr zu spitzen, dass er hierdurch seiner Körperlänge $^1/_7$ zusetzen kann. Er bildet hierbei mit seinem gespitzten Maule eine Art Fangschlauch. Fig. 8 zeigt den Fisch mit vorgestülptem Fangschlauch, Fig. 7 mit zurückgelegtem.

Die Leitung durch Zugelemente tritt an den Muskeln und Sehnen besonders deutlich hervor. Bedeutendere Aenderungen im Gelenke ruft auch Aenderungen in den Muskeln hervor und umgekehrt. Wenn

z. B. nach einer Endzündung das dreiaxige menschliche Hüftgelenk so sehr gelitten hat, dass es nicht mehr um drei Axen, sondern nur noch um eine Axe bewegt werden kann, so schwinden diejenigen Muskelgruppen, welche zu den Bewegungen um die beiden anderen Axen benutzt wurden. Sie schrumpfen und gehen durch Atrophie (Muskelschwund) ein.

Man sieht also, wie streng man die Regeln des Zwanglaufes an Muskeln und Gelenken verfolgen kann.

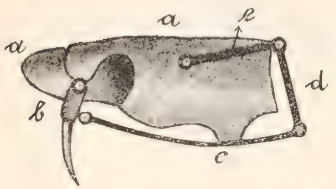
Leitungen von flüssigen Elementen

oder Druckelementen sind die Blutadern mit ihren Druckorganen (Herz u. s. w.) und die Verzweigungen der Luftröhren. Gerade diese Leitungen sind in der Technik ganz besonders gut bearbeitet und die Medizin hat ja auch schon einiges aus diesem reichen Schatze der Techniker sich angeeignet.

Einige Vorrichtungen zur Bestimmung des Pulses sind den Manometern der Dampfmaschinen entlehnt. Das Kymographion von Ludwig entspricht einem Manometer, welches schon Watt benutzte. Das Hohlfederkymographion von Fick ist dem Bourdon'schen Hohlfedermanometer an Dampfmaschinen nachgebildet[1]).

Andererseits interessiert man sich auch in technischen Kreisen für die Arbeiten der Physiologen auf diesem Gebiete, so hat z. B. Ingenieur Hertel[2]) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure die Arbeit von Roux über Flüssigkeitsbewegung in einem dem Adernetz ähnlichen Gefäßnetz besprochen. — An die Leitung schließt R.

Fig. 9.



II. Die Haltungen.

Er sagt[3]): „Eine Haltung nenne ich bei den vorliegenden Untersuchungen eine mechanische Einrichtung, die zum zeitweiligen Aufsammeln und Abgeben von Arbeitsvermögen geeignet ist, den Namen habe ich den so bezeichneten Kanalabschnitten und Bergbauanlagen entlehnt, wende ihn aber auf alle drei Elementengattungen, die starren, die Zug- und Druckelemente, an."

Hierher gehören also die Mühlenstauungen, die Dampfkessel, Blasebälge u. s. w. Im Tierkörper entsprechen ihnen die Ernährungsvorrichtungen und jene Behälter, die zum Aufsammeln der verschiedenartigsten Flüssigkeiten und Gase dienen, wie Galle, Speichel, Harn, Luft (Schwimmblase, Luftsäcke der Vögel).

Die „Haltungen" gehören zu den ältesten Errungenschaften der Technik. Ich erinnere nur an die bewunderungswürdigen Wasserwerke der Aegypter und Römer, an die verschiedenartigen Behälter für Flüssigkeiten aus Holz, Thon, Metall, an die Behälter für Luft (Blasebälge, Luftballon) u. s. w. Die Mittel zur Herstellung und Ausbesserung dieser „Haltungen" sind seit altersher ebenso gut bekannt, wie die guten und schwachen Seiten der hierzu erforderlichen Stoffe. Es sind eben hier vieltausendjährige Er-

1) Vergl. Landois Lehrb. d. Physiol. Wien, 1899, S. 168.
2) Hertel, Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ingen. 1885, S. 660. Roux, Jenaische Zeitschr. f. Nat.-Wissensch. 1878.
3) Kinem. II, S. 347.

fahrungen und Beobachtungen des Menschengeistes aufgespeichert, die dem Physiologen eine reiche Fundgrube bieten, wenn er das Entstehen und Vergehen ähnlicher „Haltungen“ am Tierkörper erforschen will.

An die Haltungen schließt R.

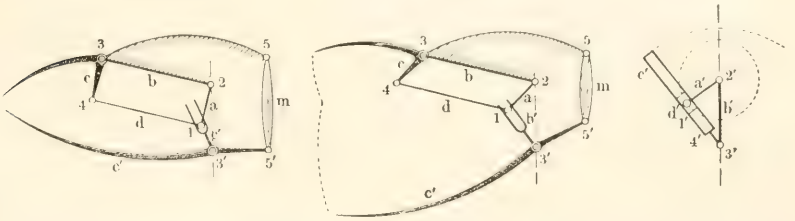
III. Die Treibung.

Durch „Treibung“ werden die Bewegungen eines Körperteiles auf einen anderen Körperteil übertragen, z. B. von einem Knochen auf den anderen, von einem Muskel auf einen Knochen, vom Herzen auf das Blut u. s. w.

Auch hier weist R. darauf hin, dass die Gattungen der „Treibwerke“ nicht sehr zahlreich sind, wohl aber die Ausführungen derselben. Die starren Teile des Tierkörpers (Knochen u. dergl.) werden nach R. hauptsächlich durch Kurbel und durch Rollenzüge bewegt.

Besonders deutlich ist der „Kurbeltrieb“ an den Zähnen einiger Giftschlangen. Fig. 9 *a* Schädel, *b* Kurbel (beweglicher Oberkiefer mit Giftzahn), *c* Schubstange (Gaumenbein + Querbein + Flügelbein), *d* u. *e* Schwingen (*d* = Quadratbein, *e* = Schläfenbein). Wird die Schubstange *c* nach vorn geschoben, so wird der Oberkiefer *b* mit Giftzahn aufgerichtet und *b* aus der „Ruhelage“ in die „Beißstellung“ übergeführt.

Fig. 10. Fig. 11.



Ich habe hier dieses Beispiel gewählt, weil es ganz besonders deutlich zeigt, wie ein Knochen den anderen „treibt“. Die Schubstange *c* treibt den Kurbel *b*, ähnlich wie die Schubstange einer Dampfmaschine das Schwungrad treibt.

Auch Reuleaux[1]) führt dieses Beispiel an, er sagt: „Der von Thilo beschriebene Mechanismus, der den Giftschlangen zur Aufrichtung und Zurücklegung der Giftzähne dient, ist ein Kurbelgetriebe.“ R. führt noch folgende Beispiele an:

1. Beispiel. Ein sehr beachtenswertes Treibungsbeispiel liefert der nach Graber's Beschreibung[2]) in Fig. 10 u. 11 schematisch dargestellte Vogelschnabel, der die bekannte Eigentümlichkeit besitzt, dass Ober- und Unterkiefer sich zugleich gegen den Schädel bewegen. In Fig. 10 ist der Schnabel geschlossen, in Fig. 11 geöffnet gedacht. Der deutlich erkennbare Kurbeltrieb hebt den Oberkiefer, sobald der Unterkiefer durch den Muskel *m* (der bei 5′ den Fortsatz des Unterkiefer fasst) nach unten bewegt wird. Der Unterkiefer trägt an sich das Getriebe 2. 3′ 1, welches

1) Reuleaux, Kinem. im Tierreiche, S. 749.

2) Graber, Vitus. Die äußer. mechan. Werkzeuge der Tiere. I. Wirbeltiere S. 72, Fig. 40, Kopf der Eule. Reuleaux hat das Schema Graber's nach den Regeln des Zwanglaufes etwas geändert.

eine „rotierende Kurbelschleife“ ist. Elastische Bänder bewirken Schließung des Schnabels, wenn der Muskelzug aufhört. Zahlreiche andere Anwendungen der Kette kommen als Mechanismen zur Flügelbewegung der Insekten vor.

2. Beispiel. „Einer besonders merkwürdigen Benutzung des Kurbeltriebes sei hier noch gedacht, es ist die in den Saug- und Haftfüßen mancher Tiere, u. a. des Geckos, jener bekannten Eidechsen der Mittelmeerküsten. Die fünfzehigen Füße des an den Zimmerwänden und Decken sicher laufenden Tierchens berühren die Lauffläche mittelst paralleler dünner Hautblättchen, schematisch dargestellt (Fig. 12), welche die Ballen der Zehen bilden. Nach ihrer Ansetzung in schräger Lage werden sie durch Muskelzug mehr aufgerichtet[1]), vergrößern dadurch die zwischen ihnen gebildeten Kammern und erzeugen demzufolge darin eine beträchtliche Luftverdünnung, die die Füßchen haften macht. Die Hautblätter bilden mit der Sohle, an der sie mit Bandgelenk haften, Parallelkurbeln, deren viertes Glied jedesmal die Lauffläche abgiebt“.

Bei dem merkwürdigen Schildfisch oder Schiffshalter, *Echeneïs remora*, hat der auf dem Kopf und Nacken befestigte ovale Saugschild

Fig. 12 a.

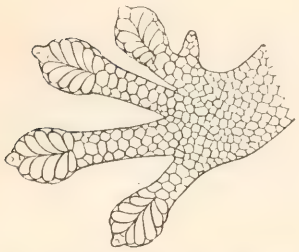


Fig. 12 b.

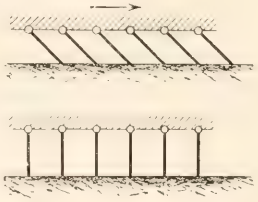
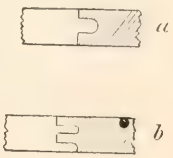


Fig. 13 a u. b.



12—27 Paare, je nach der Art der Gattung der erwähnten Kammern: er richtet die Hautblätter auf, indem er sich rückwärts bewegt und haftet dann sehr fest. Die in der Toronsstraße vorkommende Art des Schildfisches wird 90 cm lang, Schild 25 cm. Eine der besprochenen nur entfernt verwandte Bauart weisen die Vorderfußballen des Wasserkäfers (*Dyticus*) auf. Jeder der beiden Füße ist mit zwei flachen Saugnäpfchen ausgerüstet, mittelst deren sich das Tierchen mit Hilfe der die Näpfchen umgebenden klebrigen Fasern auffallend fest anhaften kann.

An diese Beschreibung der Kurbeltriebe schließt Reuleaux die Besprechung der

Rollentriebe.

Eines der besten Beispiele eines Rollentriebes ist wohl der Rollmuskel (musc. trochlearis) des Augapfels. Seine Sehne verläuft im spitzem Winkel über eine Schlinge, welche von einer knorpelhaften Sehne gebildet wird und erinnert daher lebhaft an unsere „Rollenzüge“. Uebrigens erkennt man auch an anderen Sehnen den „Rollentrieb“ sehr deutlich, z. B. an den Sehnen des Fußes. Reuleaux weist darauf hin, dass es auch Muskeln giebt, die ähnlich der Schnur eines Brummkreisels einen

1) Vergl. Graber, Werkzeuge der Tiere I, S. 187.

Knochen umschlingen und drehen. Diese Verwendung der Schnur, welche an den Winden vorkommt, wird nach dem Vorgange von R. „Wickelung“ genannt. Derartig verlaufende Muskeln bezeichnet R. daher als „Wickelmuskeln“. Als Beispiel hierfür führt er an die Muskeln, welche die Speiche des menschlichen Unterarmes auswärts und einwärts drehen. Allerdings sagt auch schon Hyrtl vom kurzen Auswärtsdreher der Speiche (musc. supinator brevis), „er umgreift $^3/_4$ der Peripherie der Speiche und ist deshalb der einflussreichste und am günstigsten wirkende Auswärtsdreher derselben“.

Sperrtriebe im Tierkörper.

R. sagt in seinem Konstrukteur[1]) „von allen Mechanismen, über welche die praktische Mechanik verfügt, zeigen sich bei näherer Untersuchung die Gesperre als die am meisten benutzten“.

Da die Mechanik der Tierkörper ja auch nichts anderes ist als eine praktische Mechanik, so müssen in ihr selbstverständlich die Gesperre dieselbe Rolle spielen wie im Maschinenbau. Nach meinen Beobachtungen (Thilo) findet man hauptsächlich in zwei Fällen Sperrvorrichtungen am Tierkörper.

1. Wenn die Tiere einen Körperteil sehr lange Zeit in einer und derselben Stellung erhalten müssen, so wird diese Arbeit den Muskeln durch Sperrvorrichtungen entweder abgenommen oder doch erleichtert.

2. Wo eine Masse nach einer bestimmten Richtung hin bewegt wird, verhindern Gesperre ihren Rückgang und erzwingen so die Fortbewegung (Blutgefäße, Darmkanal).

Reuleaux führt Beispiele an über: I. Sperrtriebe aus starren Elementen, II. Sperrtriebe aus Druck- und Zugelementen (elastische Ventile, Flüssigkeiten).

I. Sperrtriebe aus starren Elementen.

R. hat selbst hauptsächlich wirbellose Tiere untersucht und hat ebenso wie Vitus Graber eine große Vorliebe für dieselben. Gewiss ist das sehr verständlich, erstens „sind ihre Gelenke meistens wirklich zwangläufig“, zweitens bieten sie ein so unerschöpfliches Untersuchungsmaterial, dass schon Swammerdamm bei seinen Forschungen sie deshalb bevorzugte. R. stellt folgende Beispielsreihen auf:

1. Beispielsreihe. „Der Käferkörper ist reich an Gesperren. Seine Flügeldecken bilden einen harten Panzer, an dem drei Gesperre vorkommen. a) Die zusammengelegten Oberflügel greifen mit einem Falz[2]) ineinander, der entweder einfach ist, wie an den Fensterflügeln rheinischer Bauart oder doppelt (Fig. 13 a u. b). b) Ein zweites Gesperre besteht zwischen Oberflügel und Schild (Scutellum). c) Ein drittes Gesperre hält die Flügeldecken ausgespannt, ohne dass eine Muskelanstrengung dazu erforderlich ist, wenn der Käfer fliegt.“

2. Beispielsreihe. R. bespricht die von mir im Biol. Centralblatt[3]) an Wirbeltieren beschriebenen Gesperre, also Zahngesperre des

1) Reuleaux, Konstrukteur, S. 601.
2) R. führt an, dass schon Graber diesen Falz beschreibt.
3) Thilo, Sperrvorricht. im Tierreich. Biolog. Centralbl., 1. August 1899, ebenda 1. Juli 1900.

Fisches *Zeus faber*, Ausnutzung der Todlagen beim Barsch, Stichling u. s. w. Ich kann hier nur wiederholen, dass nur das Studium von Reuleaux's Werken mir die Möglichkeit bot, die sehr zusammengesetzten Verhältnisse der dort geschilderten Mechanismen zu verstehen und anderen verständlich zu machen.

3. Beispielsreihe. Das „Spannwerk" des Springkäfers wird eingehend geschildert.

4. Beispielsreihe. Als Sperrer für Flüssigkeiten dienen am Fischkörper die Kiemendeckel. Auch die Klappen der Hüftglieder am Käferleibe scheinen nach R. Sperrer zu sein.

II. Sperrtriebe aus Zug- und Druckelementen.

R. führt als Beispiele die Klappen der Schlag- und Saugadern an. Er weist darauf hin, dass aber auch die Flüssigkeiten als Ventile dienen können, indem sie luftförmige Körper absperren, so z. B. werden in unseren Aborten Uförmig gekrümmte Röhren, in denen sich Flüssigkeiten ansammeln, dazu benutzt, um übelriechende Gase fernzuhalten. Dieselbe Bedeutung hat nach Dr. Colyer[1]) auch der stark gekrümmte Verlauf des Zwölffingerdarmes (Duodenum) vieler Tierarten.

„Recht eigentliche Klappenverschlüsse sind, ihrer Form nach, die zweischaligen Muscheln. Jedoch kann man sie nach R. nicht zu den Gesperren zählen, welche durch innere oder latente Kräfte wirken." Denn sie sind kraftschlüssig, wie jene ringförmig angeordneten Muskeln (Sphincteren) am Ausgange des Darmes, Magens u. s. w.

IV. Die Gestaltung.

In diesem Abschnitte bespricht R. die Formveränderungen, welche die Maschinen am Stoffe vornehmen, den sie bearbeiten. Er behandelt eingehend die Beziehungen zwischen Werkzeug und „Werkstück" und zeigt, dass während der Arbeit Werkzeug und Werkstück eine kinematische Verbindung bilden. R. meint, wenn man diese Begriffsbestimmung der „Gestaltung" auf den Tierkörper anwendet, so bemerkt man, dass der Tierkörper nur in einer kleinen Anzahl von Fällen zwangläufig die Gestaltung bewirkt. Hierher gehört die Erzeugung von Fäden bei den Spinnen, dann einige Arten der Ausstoßung von Stoffen aus dem Tierkörper u. s. w. Von diesen Gestaltungen sind jedoch nach R. gänzlich zu trennen diejenigen, welche die Tiere mit ihren Gliedmassen an Körpern ihrer Außenwelt vornehmen, z. B. die Bauten der Ameisen, Bienen u. s. w.

Zum Schluss seiner Abhandlung bespricht R.

Die Muskelkraft.

Die Muskeln entsprechen den sogenannten Kraftmaschinen oder Motoren der Maschinenbauer. Der amerikanische Ingenieur Thurston[2])

1) Dr. Colyer, Lancet 1887, wiedergegeben in Sc. Am. Suplem. vom 1. Okt. 1887. Schon im Konstrukteur, S. 1155, weist Reuleaux auf Colyer hin.

2) R. H. Thurston, Ingenieur, Professor und Direktor a. d. Cornell-Universität im Staate New-York, The Animal as a Prime Mover. Wiley and Sons, New-York 1894. Uebersetzt von Reuleaux, Prometheus 1895, Nr. 300—302.

sagt von ihnen: „Der Wert, den die lebendige Kraftmaschine für den Ingenieur hat, ist außerordentlich groß, obwohl er selten vollständig gewürdigt wird oder auch zur Ausnutzung gelangt. — Die Theorie dieser lebendigen Maschine und das Studium ihrer Arbeitsweise, ihrer Energie, Verwandlung und sparsamen Ausnutzung bilden eine der wesentlichsten

praktischen Aufgaben,

die einerseits dem Ingenieur, andererseits dem Mann der Naturwissenschaft gestellt sind und dies zwar aus zwei gänzlich verschiedenen Ursachen. „In erster Linie hat die lebendige Maschine einen höheren Wirkungsgrad als irgend eine Dampfmaschine und schließt Arten der Umwandlung, Aufspeicherung und Verwendung von Energie ein, welche noch Geheimnisse sind und welche, wenn einmal aufgeklärt und in die Maschinenpraxis übertragen, sich unendlich wertvoller für die Verbesserung der gebräuchlichen Verfahrungsarten erweisen würden, als die Erfindung der heutigen Dampfmaschine gegenüber den alten Maschinen von Worcester u. Savary war. Ebenso ist es wahrscheinlich, dass die Wege, auf welchen die Natur Licht, Elektrizität und mechanische Arbeit hervorbringt, sich als unverhältnismäßig sparsamer erweisen werden als diejenigen, die der Mensch einschlägt. Jedenfalls sind sie stark davon verschieden und unbegreiflich wirkungsreicher in sich, nämlich als Umwandlungen weit einfacher als irgend ein bisher von der Wissenschaft entdeckter Vorgang. In zweiter Linie ist es nicht unmöglich, wenn einmal die Wirkungsgesetze der lebendigen Maschine vollständig erklärt sein würden, dass wir Mittel finden könnten, den tierischen Mechanismus in unseren Maschinen zu übertragen und die Mittel zu verwenden, welche in ihm zur Leitung des Getriebes ihre merkwürdigen Dienste thun.“ Diese Worte eines praktischen Amerikaners kennzeichnen wohl zur Genüge die große praktische Bedeutung der physiologischen Untersuchungen für die Ingenieurwissenschaften und machen es verständlich, warum gerade ein Ingenieur wie Reuleaux so viel Zeit und Kraft auf die Lösung eines der schwierigsten Probleme der Tierkörperphysiologie verwandt hat.

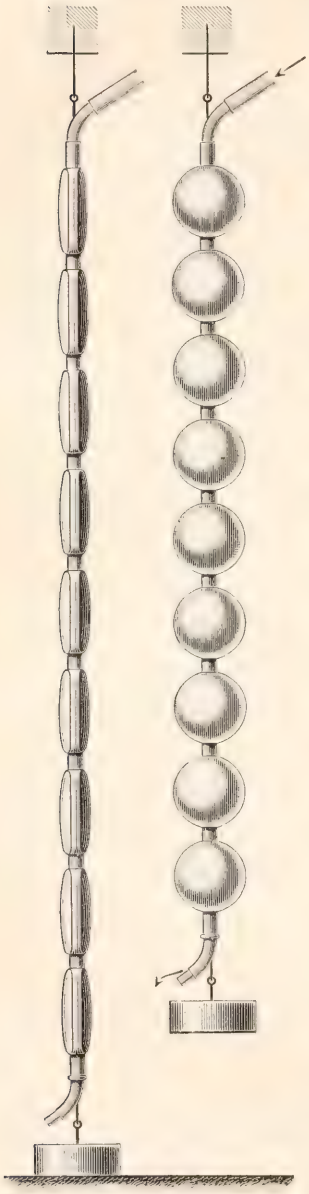
Reuleaux untersucht zunächst rein mechanisch, ob es möglich ist, ein Gebilde künstlich herzustellen, welches in ähnlicher Weise sich zusammenzieht wie ein Muskel. Er macht darauf aufmerksam, dass alle dehnbaren Körper (Gummistränge, Seile, Draht u. s. w.) unter gewöhnlichen Verhältnissen sich nur dann zusammenziehen, wenn man sie vorher ausgereckt hat (Hooke'sches Gesetz). Der Muskel jedoch kann sich zusammenziehen ohne vorherige Dehnung. Etwas ähnliches findet man an trockenen Hanfseilen, die mit Wasser durchtränkt werden.

R. erinnert an die berühmte Aufrichtung des Obelisken durch Fontana[1]) in Rom (1586 n. Chr.). Als die Taue im letzten Augenblicke nicht mehr genügend anzogen, wurden sie mit Wasser begossen; hierdurch zogen sie sich zusammen und bewirkten die Aufrichtung. Diese Zusammenziehung der Seile ist nach R. folgendermaßen zu erklären:

1) Näheres siehe Reuleaux, Kinem. II, S. 205.

Die Seile enthalten eine unendlich große Menge kleiner schlauchförmiger Hohlräume. Füllen sich diese mit Wasser, so blähen sie sich ballonartig auf, da ja alle elastischen Hüllen die Kugelform anstreben, wenn sie prall mit Wasser oder Luft gefüllt werden. Natürlich werden sie hierdurch breiter und kürzer und bewirken so eine Verkürzung des ganzen Seiles. Diesen Vorgang ahmte R. nach, indem er einen Strang herstellte, der aus lauter kleinen dehnbaren Schläuchen besteht (Fig. 14 a). Er hängte diesen Strang auf und befestigte an seinem unteren Ende ein Gewicht. Blies er nun von obenher Luft ein, so füllten sich die kleinen Schläuche ballonartig, der ganze Strang verkürzte sich und hob das Gewicht (Fig. 14 b) wie ein Muskel, der sich verkürzt. Wurde die Luft stoßweise eingeblasen, so hüpfte das Gewicht auf und ab und gab so das Bild der „Muskelzuckungen". Hiermit hatte R. das Problem gelöst, künstlich ein Gebilde herzustellen, welches ohne vorherige Dehnung sich so wie ein Muskel zusammenzieht. Dieses Problem hat er rein mechanisch durch seine Kinematik gelöst. Ganz selbstverständlich ist hiermit nicht das Problem der Muskelthätigkeit gelöst.

Fig. 14 a u. b.



R. behauptet es auch nicht, sondern bezeichnet ausdrücklich sein Modell als „einen Versuch, dem Problem einen kleinen Schritt näher zu kommen". Mir erscheint jedoch dieser Schritt bedeutungsvoll, weil er der erste Schritt auf einer neuen viel versprechenden Bahn ist. Schon deshalb halte ich Reuleaux's Versuch für sehr wertvoll, weil er auf eine rein mechanische Seite des Problems aufmerksam macht, die bisher unberücksichtigt blieb. Außerdem führt er zu einer Arbeitsteilung auf einem Gebiete, das bisher wegen seines großen ungeordneten Materiales schwer zu übersehen war.

R. weist darauf hin, dass sein Modell eine kinematische Kette aus Zug- und Druckelementen ist und meint, dass es sich wohl auch bei den Zusammenziehungen der Muskeln um ähnliche zwangläufige Vorgänge handelt; denn auch bei diesen beobachtet man eine Kette von Erscheinungen, die voneinander abhängig sind. Aehnlich scheinen ihm die Verhältnisse bei den Reflexbewegungen zu liegen und daher sagt er, „dass Zwanglauf bei ihnen eine große Rolle

spielt, ist aus ihrer großen Regelmäßigkeit wohl mit Sicherheit zu entnehmen".

Wir sind daran gewöhnt, derartige Vorgänge als einen Kreislauf zu bezeichnen. Ich glaube, man kann sie in vielen Fällen einen Zwanglauf nennen. Ueberhaupt wird man wohl oft statt Kreislauf in der Natur Zwanglauf in der Natur sagen können.

Hieraus ersieht man wohl, wie groß die Bedeutung der Lehren vom Zwanglauf für die Naturwissenschaften ist! Sie erleichtern es ja dem Naturforscher in hohem Grade, schwierige mechanische Verhältnisse zu verstehen und anderen verständlich zu machen.

Gewiss giebt es eine große Menge von ausgezeichneten Arbeiten auf diesem Gebiete, welche anscheinend nicht vollständig von den Errungenschaften der technischen Wissenschaften beeinflusst wurden.

Reuleaux weist z. B. auf die Arbeiten von Vitus Graber hin und sagt: „Der leider schon verstorbene Forscher Vitus Graber hat in zwei vorzüglichen Schriften den Gliederbau der Kerbtiere größeren Leserkreisen in vortrefflichster Darstellung aus vorzüglich eigenen Entdeckungen vorgeführt".

Diesen Schriften kann man die Arbeiten von Langer, H. Meyer und vielen anderen anreihen, aber wie mühevoll waren diese Arbeiten für die Forscher selbst, wie gering war das Verständnis und die Verbreitung, welche ihre Schriften fanden.

Langer's Arbeiten wurden vor 40 Jahren gedruckt und sind wenig bekannt.

H. Meyer's Schriften werden selbst von Medizinern kaum gelesen, obgleich sie doch für die Medizin von der allergrößten praktischen Bedeutung sind. Graber's „Insekten" und „Werkzeuge der Tiere" sind kaum im Buchhandel zu haben. Die erste Auflage war schwer abzusetzen und daher erfolgte keine zweite.

Alle diese Thatsachen deuten wohl sehr nachdrücklich darauf hin, dass es noch wenig Leser giebt, die ein Verständnis für derartige Arbeiten besitzen. Ein Fortschritt auf diesem Gebiete ist wohl nur dann möglich, wenn die breite Kluft überbrückt sein wird, welche zwischen den Wissenschaften des Erkennens und den Wissenschaften des Schaffens besteht. — Die Ergebnisse seiner Untersuchungen fasst Reuleaux folgendermaßen zusammen:

„In der nun beendigten Studie hat sich gezeigt, dass Kinematik im Tierreiche an zahllosen Stellen herrscht. Ungeschlossene, sonst aber recht vollkommen gebaute kinematische Ketten finden sich gewöhnlich in den Gliedmaßen, „geschlossene" Ketten, von Kräften bewegt, also „Mechanismen", erweisen sich indessen auch als in beträchtlicher Artenzahl vorkommend. Der Anzahl nach am großartigsten vertreten, zeigten sich endlich solche geschlossene Ketten, die von der Natur in regelmäßigem aber unwillkürlichem Betrieb erhalten werden, jene, das Leben selbst ergebenden Vorrichtungen. Sie sind also vollständige und gehende natürliche Maschinen und entsprechen, ebenso wie jede künstliche Maschine, in ihrem getrieblichen Bau den Gesetzen der Kinematik, insbesondere auch unsrer Begriffsbestimmung der Maschine. Ihrer Gattungen sind nicht viele, wesentlich sind sie Sperrvorrichtungen für Flüssigkeiten, betrieben durch rhythmische Muskelschwingung. In Arten sind sie recht zahlreich,

in Ausführung geradezu unzählbar und übertreffen in diesem Punkte die künstlichen Maschinen milliardenfach. Die im Vorausgehenden ermittelte Gemeinsamkeit der Bauunterlagen für die natürlichen und die künstlichen Maschinen setzt die menschliche Maschinenschöpfung als solche in ein eigenes Licht. Nicht getrennt von der Natur oder gar gegensätzlich zu ihr, wie man es nennen hört, sondern bezüglich der Gesetze ihrer körperlichen Bildung im Einklang mit der Natur steht die Menschenschöpfung Maschine. Andererseits darf aber auch nicht, wie versucht werden könnte, die Folgerung gezogen werden, die künstlichen Maschinen seien in Nachahmung der Natur entstanden. Denn Jahrtausende hindurch machte der Mensch Maschinen und benutzte sie, ehe er zu versuchen im stande war, in das Wesen der Bewegungsweise im Tierkörper einzudringen. Naturforschung aber und Maschinenwissenschaft können einander heute die Hand reichen zu einmütiger Betrachtung großer Teile ihrer beiderseitigen Gebiete." [72]

Dr. med. **Otto Thilo** in Riga.

Littteratur.

1. Graber, Vitus. Die äußer. mech. Werkzeuge d. Tiere. Leipzig, G. Freytag 1886. Enthält viel Litteraturangaben.

2. Graber, Vitus. Die Insekten. München, Oldenbourg 1877.

3. Kapp, Ernst. Grundlinien einer Philosophie der Technik. Braunschweig, Westermann 1877.

4. Langer, Dr. Karl. Ueber den Gelenkbau der Arthrozoen. Denkschr. d. Wien. Akad. d. Wiss., Mathem. Naturwiss., Kl. XVIII, Bd. 1869, p. 99.

5. Meyer, Herm. Die Stat. und Mech. d. menschl. Knochenger. Leipzig, Engelmann 1873.

Ders. Ueber gewaltsame Streck. v. Kontrakturen insbes. d. Kniegel. Arch. f. Klin. Chir. v. Langenbeck, 1868, Bd. 9, S. 169.

Ders. Die Entstehung d. erworb. Plattfuß. Jena, Fischer 1883.

Ders. ebenda 1886, Stat. u. Mech. d. menschl. Fußes.

6. Reuleaux, F., Geheimrat Prof. Dr. Lehrb. d. Theoret. Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, Bd. I, 1875, Bd. II, 1900.

Ders. Der Konstrukteur. 4. Aufl. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1895.

7. Thilo, Otto, Dr. med. in Riga. Sperrvorricht. im Tierreiche. Biolog. Centralbl., 1. August 1899. Ergänzung ebenda, 1. Juli 1900.

Ders. englisch. Journal uf Anatomy and Physiology, Vol. XXXV, Jan. 1901.

Ders. Die Umbild. a d. Gliedmass. d. Fische. Morphol. Jahrb., 1896.

8. Thurston, R. H., Prof. Direktor der Sibley-College a. d. Cornell-University im Staate New-York. The Animal as a Prime Mover. Zeitschr. d. Franklin-Institut, Januar—März 1891, als besondere Schrift erschienen bei Willey and Sons, New-York 1894. Uebersetzt ins Deutsche von Reuleaux in Prometheus 1895, Nr. 300—302.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. September 1901.** **Nr. 17.**

Inhalt: **Němec**, Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen. — **Bretscher**, Zur Biologie der Regenwürmer. — **Rádl**, Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie (Fortsetzung).

Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen.

Von **B. Němec.**

Es ist eine schwierige Aufgabe, die physiologische Leistung von plasmatischen Strukturen zu eruieren. Von methodischer Seite ist man gar zu oft auf die Untersuchung von fixierten Präparaten hingewiesen, wobei man sehr vorsichtig sein muss, um die eventuellen Artefakte von Strukturen unterscheiden zu können, die in vivo bestehen. Die Experimente selbst sind gar zu oft zweideutig und gestatten manchmal nur indirekte Schlüsse. Die Schwierigkeiten liegen in der Sache selbst und man muss sich dessen klar werden, dass man zu evidenten Beweisen heutzutage kaum gelangen kann. Andererseits kann man sich wohl nicht mit einer bloßen Feststellung und Beschreibung irgend welcher Strukturen begnügen, und so kommt man zur Aufstellung von Theorien, die mehr oder minder wahrscheinlich sind. Hier mag der wertvollen Strasburger'schen Kinoplasmatheorie gedacht werden, die wohl manches für sich hat, manches jedoch auch gegen sich. Versuche, die einen experimentellen Beweis dieser Theorie ergeben sollen, sind nicht zahlreich und man wird wohl gestehen, dass dieselben nicht ganz evident sind; und „dem realen Geschehen — kann man die Ursachen nicht direkt ansehen" (Pfeffer). Somit wird zwar vielleicht etwas gewonnen, wenn man eine neue Erscheinung mit der Kinoplasmatheorie in Zusammenhang bringt, nicht jedoch alles, geschweige denn, dass eine Erklärung der betreffenden Erscheinung gegeben wäre.

Es giebt im pflanzlichen Protoplasma verschiedene „fibrilläre" Strukturen. Die meisten erscheinen bei der Kern- und Zellteilung.

Sie erscheinen meist vor der Teilung und verschwinden meist nach der Teilung. Ich selbst habe die Persistenz der Spindelfasern (und speziell der Verbindungsfasern) nach erfolgter Zellteilung bei Gefäßpflanzen nie beobachtet. In ruhenden Zellen erscheinen fibrilläre Strukturen selten. Mit den Spindelfasern können nur einfache, solide, homogene Fasern verglichen werden, wie dieselben Mottier und Bouin[1]) in Embryosackmutterzellen beschrieben haben. Auch diese Fasern zeigen zur eigentlichen Teilungsspindel keine direkte Beziehung, wohl jedoch zur Teilungsfähigkeit der Zelle. Es sind transitorische Gebilde, welche Strasburger „bis auf Weiteres" unter den Begriff des Kinoplasmas subsumiert. Ihre Bedeutung ist unbekannt. Nach Strasburger bekunden sie nur, dass die betreffenden Zellen besonders reich an Kinoplasma sind. Diese Gebilde hat früher schon Dixon (1896), neuerdings Juel gesehen (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 35). Ich habe fibrilläre Strukturen in den äußeren Plerom- und inneren Rindenzellen in den Wurzeln von *Blechnum brasiliense* gefunden. Sie verlaufen annähernd diagonal durch die Zelle, persistieren auch in ruhenden Zellen, bei der Teilung entwickelt sich die Teilungsfigur unabhängig von ihnen. Doch werden in einigen Fällen diese Fibrillen an den Polen der Figur angesammelt und bilden dann eine Strahlung[2]) um dieselben. Für die Teilung selbst haben sie offenbar keine Bedeutung, da sich nebenstehende Zellen ohne solche Fibrillen ganz normal teilen. Sie stellen feine homogene Fäserchen vor, welche den Spindelfasern ganz ähnlich aussehen. Aehnlich dürften die Fäserchen sein, welche nach Hottes[3]) Untersuchungen in meristematischen Zellen im Plasma auftreten, wenn man Wurzeln bei abnorm hohen Temperaturen kultiviert. Näheres weiß ich über diese Fäserchen nicht zu sagen, da Hottes seine Arbeit noch nicht veröffentlicht hat.

Auch Kerne können faserige Fortsätze entsenden, die bis zur äußeren Plasmahaut führen und Miehe[4]) hat den Gedanken ausgesprochen, dass sie nervöser und kontraktiler Natur sind, welche einerseits die von der Hautschicht percipierten Reize auf den Kern übertragen, oder von ihm aus centrifugal Impulse leiten. Mit Spindel- und Aufhängefasern cytoplasmatischen Ursprungs hätten Miehe's Kernfortsätze nur das gemeinsam, dass sie aus kinoplasmatischem Material gebildet sind. Ebenso mit den von Dixon, Mottier und Bouin in Embryosackmutterzellen festgestellten ergastoplasmatischen Fasern und mit den in einigen Zellen der Wurzelspitze bei einigen Farnen auftretenden oben erwähnten Fäserchen.

1) Vergl. mein Ref. im Bot. Ctbl. Bd. 80, p. 225.
2) Cfr. Fig. 2, Taf. 15 in Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XIX, 1901.
3) Strasburger, E., Histol. Beitr., H. VI, p. 154.
4) Miehe, H., Bot. Ctbl., Bd. 78, 1899, Sep. p. 23, 24.

Neben Swingle's und Lagerheim's Vibrioiden und Zimmermann's Nematoplasten, giebt es in normalen Pflanzenzellen noch fibrilläre Bildungen, welche ich unlängst beschrieben und als reizleitende Strukturen gedeutet habe[1]). Dieselben weichen von den bisher erwähnten Fasern in mancher Hinsicht ab. Erstens erscheinen sie meist als homogene, schwach tingierbare Fäden, die von einer stärker tingierbaren Scheide umgeben sind. Sie verlaufen von einer Plasmahaut zur anderen, ihr Verlauf ist oft geschlängelt, manchmal verlaufen sie um den Kern, seiner Membran dicht angeschmiegt herum, in anderen Fällen zeigen sie zu demselben lose, teilweise auch keine Beziehungen, was allerdings seltener ist[2]). In schönster Ausbildung erscheinen sie in sich nicht mehr teilenden Zellen. Das alles hat mich bewogen, von einem Vergleich dieser Fibrillen mit den echten kinoplasmatischen Fäserchen abzusehen, ebenso dieselben mit Miehe's Kernfortsätzen (die bekanntlich bei Gefäßpflanzen ziemlich verbreitet sind) zu vergleichen. Die Aehnlichkeit zwischen meinen Fibrillen und Mottier's und Bouin's „ergastoplasmatischen" Fasern habe ich als eine vielleicht nur äußere bezeichnet (l. c. p. 122). Bei einem näheren Vergleich zeigt sich jedoch, dass diese Aehnlichkeit nicht allzu groß ist, worüber ich mich durch eigene Anschauung überzeugen konnte. Gegen Fixierungsflüssigkeiten und Tinktionsmittel verhalten sich meine Fibrillen (die innere, homogene Substanz) ganz anders als Spindelfasern oder ergastoplasmatische Gebilde. Die Scheide meiner Fibrillen würde der ganzen Substanz jener Fasern entsprechen, was doch ein wichtiger Unterschied ist. Eine Ausnahme macht *Blechnum brasiliense*[3]). Die Fibrillen verlaufen hier in einigen Zellen isoliert. Einige von ihnen sind außergewöhnlich fein und zeigen eine Aehnlichkeit mit Spindelfasern. Die übrigen sind dicker und von einem typischen Fibrillenbau. Da könnte man meinen, dass die typischen Fibrillen sich aus jenen feinen, den Spindelfasern ähnlichen Fäserchen herausgebildet haben und diese vielleicht wirkliche ehemals zur Kern- und Zellteilung in Beziehung gestandene Kinoplasmafasern vorstellen, die jedoch persistieren. Da gilt es, die Beziehungen der Fibrillen zur Teilungsfigur zu untersuchen. Jene großen Pleromzellen in den Farnwurzeln, welche die auffallendsten Fibrillen aufweisen, werden sehr früh durch eine perikline Wand von den sogen. Sextanten abgetrennt und teilen sich entweder überhaupt nicht mehr oder nur einmal[4]). In beiden Fällen besitzen diese Zellen, die zu den centralen Tracheïden werden, korrespondierende, längsverlaufende Fibrillenbündel. Dieselben ziehen von

1) Němec, B., Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen, Jena 1901.

2) Nie sind sie um den Kern strahlig angeordnet.

3) Dasselbe habe ich erst den letzten Winter untersucht.

4) Rosen, F., in Beitr. z. Biol. d. Pfl., Bd. 7, p. 277.

einer Querwand zur anderen, auch in Zellen, in denen es nie längsverlaufende Spindelfasern gegeben hat. Bei den phanerogamen Pflanzen, wo in den großen Zellreihen des Pleroms Querteilungen vorkommen, zeigen die Fibrillen zu den Spindelfasern — und speziell zu den Verbindungsfasern keine Beziehung. Eben an Stellen, wo in ruhenden Zellen Fibrillenbündel an die Querwände ansetzen, verschwinden die Verbindungsfasern früh, da sie an die Peripherie der Zellplatte rücken, oder hier neugebildet werden, während die centralen Fasern degenerieren. Doch ist noch wichtiger der Befund, dass durch Temperaturwechsel oder extreme Temperaturen und andere Eingriffe die Fibrillen zur Degeneration gebracht werden, unter normalen Verhältnissen sich jedoch wieder regenerieren, und zwar überhaupt ohne Kern- und Zellteilungen. Diese Fibrillen sind somit sicher nicht Reste von Teilungsfiguren.

Außerdem zeigen „kinoplasmatische" Fasern eine andere Eigentümlichkeit. Ihre Bildung soll durch abnorm hohe Temperaturen angeregt und gesteigert werden, wogegen meine Fibrillen durch höhere Temperaturen zur völligen Degeneration und Auflösung gebracht werden. Ich habe mich im letzten Winter durch erneute Versuche von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugt.

Die Fibrillen zeigen gewisse Beziehungen zu den äußeren Plasmahäuten und zwar sowohl topographische als auch substanzielle. Jene werden von Strasburger als kinoplasmatisch bezeichnet, ich that es auch für die Fibrillenscheiden, wobei ich mich auf einige experimentelle Ergebnisse stützte. Was wird nun dadurch gewonnen? Noll hat die Plasmahäute als das perceptorisch wirksame Plasma erkannt und es ist weiter wahrscheinlich, dass sich gewisse Reize in denselben fortpflanzen. Man könnte daher diese Funktionen auch den Fibrillen zuschreiben. Die Perception von äußeren Reizen kommt wohl bei den Fibrillen nicht in Betracht, es bleibt von den angeführten Funktionen die Reizleitungsfähigkeit über. Hierin könnten sie, wenn Strasburger's Anschauung richtig ist, mit wirklichen kinoplasmatischen Fasern übereinstimmen. Denn Strasburger war der erste, welcher das Kinoplasma als eine reizleitende Bahn, durch die der Kern auf die Hautschicht und ihre Thätigkeit einwirkt[1]), bezeichnet hat. Er hat später[2]) diese Anschauung, die eine reizleitende stabile kinoplasmatische Verbindung zwischen Kern und Hautschicht supponiert, auf embryonale und meristematische Gewebe der Pflanzen beschränkt. Es ist nicht zu bezweifeln, dass eine solche Reizleitung, wenn es sich um formative Impulse des Zellkernes handelt, in manchen Fällen zu postulieren ist, so z. B., wenn in Zellen bestimmt lokalisierte Wachstumsvorgänge an einem vom Zellkerne entfernten Orte geschehen, wie

1) Strasburger, E., Histol. Beitr., H. V, p. 98, 99.
2) Derselbe, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30, Sep. p. 230.

das z. B. bei der Anlage von Wurzelhaaren häufig der Fall ist. Ich habe nun beobachtet, dass der Plasmastrang, welcher in solchen Fällen den Kern mit den Wachstumsstätten verbindet und welchen Haberlandt beschrieben hat, thatsächlich abweichend vom übrigen Cytoplasma tingiert wird und zuweilen auch faserig gebaut ist. Man könnte nun meinen, dass auch meine Fibrillen, da sie meist mit dem Kerne in Berührung stehen, von demselben formative Impulse in das Cytoplasma überführen, besonders da es sich meist um langgestreckte, große Zellen handelt. In Fällen jedoch, wo auffallend kurze mit langen Zellen abwechseln[1]), und wo ein korrespondierender Fibrillenstrang durch alle Zellen verläuft, wäre es gar nicht begreiflich, warum es auch in den Kurzzellen Fibrillen giebt. Weiter wäre die Korrespondenz der Fibrillen in benachbarten Zellen gar nicht zu begreifen, besonders da sie sich absolut nicht entwicklungsgeschichtlich von den Verbindungsfasern der Teilungsfiguren ableiten lassen. Ebenso wäre es unbegreiflich, warum sich Fibrillen hauptsächlich oder (im Plerom) fast ausschließlich an Querwände anlegen, die doch ihr Wachstum meist früh einstellen und warum dies ebenso in Zellreihen geschieht, deren Querwände resorbiert werden, als auch in solchen, wo dies überhaupt nicht geschieht (Farne!). Ueberdies werden die Querwände in jenen Zellen, welche im jüngeren Teile der Wurzelspitze die mächtigsten Fibrillen aufweisen, erst in einem Stadium aufgelöst, wo es von Fibrillen keine Spur mehr giebt. Weiter sei bemerkt, dass die Anschauung, kinoplasmatische Fasern und Kernfortsätze seien „nervöser" Natur, den Wert einer völlig unbewiesenen Hypothese hat. Irgend welche experimentelle Beweise giebt in dieser Hinsicht weder Strasburger noch Miehe. Und dasselbe gilt von den Fäserchen, welche Flimmerhaare oder Cilien mit dem Kern verbinden. Somit wäre für die Kenntnis der Funktion unserer Fibrillen nicht viel gewonnen, wenn man dieselben mit ergastoplasmatischen und kinoplasmatischen Fasern oder schließlich mit Kernfortsätzen identifizieren wollte.

Ich habe schon auf den wichtigen Umstand hingewiesen, dass meine Fibrillen immer in Verbindung mit den „sensiblen" äußeren Plasmahäuten treten. Ich habe die Fibrillenscheiden mit der Substanz der Plasmahäute identifiziert. Da, wo die Fibrillen keine Innensubstanz zeigen, wie es für die dünnen Fasern der *Blechnum*wurzel gilt, wäre die ganze Fibrille aus solcher Substanz aufgebaut. Wir können mit gewissem Recht den Fibrillenscheiden oder den Fibrillen selbst auch einige Funktionen der äußeren Plasmahäute zuschreiben. Von den überhaupt möglichen Funktionen ist nach meinen Versuchen die Reizleitung übrig geblieben. Da nun nicht überall alle Fibrillen mit dem Kern in Berührung treten, so kann es sich nicht ausschließlich

1) Das kommt z. B. bei *Allium* im Hypoderm der Wurzelspitze vor.

um Reize handeln, die vom und zum Kern geleitet werden. Es müssen auch Reize in Betracht gezogen werden, die sich durch die Zelle fortpflanzen und da, wo Zellen zu der Außenwelt nicht direkt in Beziehung kommen, kann es sich lediglich um Reize handeln, die von einer Zelle zur anderen geleitet werden. Thatsächlich müssen in zahlreichen Fällen derartige Reizleitungen angenommen werden.

Mit Hinsicht auf das Verhältnis der Endreaktion zur Richtung der Reizursache müssen in Fällen, wo es sich um Reizleitung handelt, zwei Arten von Reizvorgängen unterschieden werden. Erstens solche, wo die Reaktion immer in derselben Qualität verläuft, wo sie also besonders in ihrer Richtung vorbestimmt ist. Reizbare Narben, einige Filamente, Blätter (*Aldrovandia*, *Dionaea*, *Mimosa* etc.) führen unter bestimmten äußeren Bedingungen immer dieselben Reaktionen aus, mag die Reizursache in ihrer Art und Richtung noch so verschieden sein, wenn sie nur recipiert wird. Da ist es wohl möglich, dass die Vorgänge der Reizleitung, welche die Receptions- und Reaktionsstätten verbinden, rein physikalisch, ohne Mitwirkung der lebendigen Substanz verlaufen können, was thatsächlich für *Mimosa* und nach Max Dougal auch für *Biophytum sensitivum* zutrifft. Im zweiten Fall handelt es sich um die Leitung von polarisierten Reizen. Dabei handelt es sich bei der Pflanze darum, auf die Richtung der Reizursache durch eine bestimmt orientierte Reaktion zu antworten. Streng radiäre orthotrope Organe sind z. B. ringsum gleich befähigt durch einen Reiz konkav oder konvex zu werden. Die Polarisation der Reaktion selbst wird durch die Polarisation der zugeleiteten Reizvorgänge bestimmt. Diese Reizvorgänge verbreiten sich im Protoplasma und es ist höchst wahrscheinlich, dass sie sich, um der Polarisation, auf welche es hauptsächlich ankommt, nicht verlustig zu werden, in einem ruhenden Plasma verbreiten. Dieses Plasma ist vorwiegend in der ruhenden äußeren Plasmahaut zu suchen, andererseits könnten jedoch besondere ruhende plasmatische Strukturen, welche durch die Zelle ziehen, die Reizleitungsfähigkeit der Zelle verstärken. Es ist leicht einzusehen, dass sich polarisierte Reize auch ohne solche Strukturen (bloß in den äußeren Plasmahäuten) fortpflanzen können, dass jedoch die Reizleitungsfähigkeit mit Ausbildung der erwähnten Strukturen zunehmen müsste.

Bei den Wurzeln, wo Reize auch auf ziemlich entfernte Partien geleitet werden müssen, handelt es sich meist um die Fortpflanzung von polarisierten Reizen. Als Typus möge hier der geotropische Reiz angeführt werden. Und eben in Wurzeln, welche einer geotropischen Reaktion fähig sind, lassen sich meine Fibrillen nachweisen. Sie fehlen jedoch Wurzeln, die auf Richtungsreize schwach, auf den geotropischen Reiz überhaupt nicht reagieren. In den jüngsten Teilen der Wurzelspitze, wo das Protoplasma relativ ruhig ist (wie in den

meisten meristematischen Zellen), sind die Fibrillen schwach ausgebildet oder fehlen ganz, hingegen sind sie in älteren Zellen, deren Plasma weniger dicht, hingegen beweglicher ist, stark entwickelt. Sie verbinden die Plasmahäute in der Richtung der Reizleitung. Der geotropische Reiz wird in der Wurzel vorwiegend longitudinal geleitet (in anderen Richtungen nur unter besonderen Umständen und viel schwächer), die Fibrillenbündel stimmen mit dieser Richtung überein.

Stellen wir uns nun vor, wie sich der Reiz ohne solche fibrilläre Strukturen verbreitet[1]). Da würden die Erregungszustände aus der Plasmahaut einer Zelle in diejenige der Nachbarzelle durch die intercellularen Plasmabrücken übertreten. Sind nun die Fibrillen reizleitende Strukturen, so lässt sich nicht verkennen, dass Plasmabrücken, wenn sie besonders reichlich jene Partien der Plasmahäute verbinden, an die sich unsere Fibrillen anlegen, besonders wichtig für eine ergiebige Reizleitung wären und es ist zu untersuchen, ob da, wo Fibrillenbündel an die Zellwand treten, dieselbe an dieser Stelle wirklich reichliche Plasmabrücken aufweist. Das habe ich bei meinen fortgesetzten Untersuchungen über die Bedeutung der Fibrillen thatsächlich bei *Allium* gefunden. Es spricht keineswegs gegen die Deutung der Fibrillen als reizleitende Strukturen, wenn dieselben keine Kontinuität aufweisen. Uebrigens ist die Kontinuität der Fibrillen nicht ausgeschlossen[2]); jedermann, der sich mit cytologischen Untersuchungen beschäftigt hat, wird gestehen, wie schwierig es ist, die intercellulären Plasmabrücken im meristematischen Gewebe nachzuweisen, geschweige denn ihre Beziehungen zu cytoplasmatischen Bestandteilen festzustellen. Die Bedeutung der inneren, homogenen Substanz liegt vielleicht darin, dass sie die Fläche der reizleitenden Scheide (welche in die äußeren Plasmahäute übergeht) vergrößert. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass ihr noch andere Funktionen zukommen. Die Kontinuität der Fibrillen a priori zu postulieren, weil tierische Neurofibrillen eine solche zeigen, scheint mir nicht begründet zu sein, denn die reizleitenden Strukturen der Pflanzen müssen eben nicht mit denen der Tiere vollständig übereinstimmen. Daher ich mich auch in meiner Schrift selbst zuzugeben

1) Noll hat unlängst seine Ueberzeugung ausgedrückt (Ueber Geotropismus, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34, p. 486), dass sich der geotropische Reiz kaum radiär fortpflanzen kann, wenn seine Polarisation erhalten bleiben und er zu einer antagonistischen Reaktion führen soll. Thatsächlich ist das, was man bei Wurzeln als radiale Fortpflanzung unter gewissen Umständen bezeichnet, streng genommen keine radiäre Leitung.

2) Hier sei einer interessanten Beobachtung gedacht, die Czapek mitgeteilt hat (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 32, p. 218). Er hat in der Wurzelspitze von *Vicia faba* intercellulare Plasmabrücken in vivo gesehen. „Die Zellwände sind sehr oft mit queren Schattenstreifen durchzogen und öfters bemerkte ich an diesen Stellen leichte knotige Anschwellungen der anliegenden Hyaloplasmaschläuche."

bereit erklärte, dass die Uebereinstimmung eine rein äußere sein kann. Es ist klar, dass nicht überall da, wo Reizleitung stattfindet, besondere reizleitende Strukturen vorhanden sein müssen. Ihr Vorkommen ist a priori da, wo es sich nicht um Leitung von polarisierten Reizen handelt, nicht zu erwarten. Auch bei Tieren können höchst wahrscheinlich Reize ohne Nerven geleitet werden und sogar zu Reflexen führen, welche allerdings in einer vorbestimmten Weise verlaufen. Aber auch polarisierte Reize können bei Pflanzen ohne besondere Strukturen[1]) geleitet werden, denn die äußere Plasmahaut bildet eine ruhige Bahn, in der die Polarisation der Reizvorgänge erhalten bleiben kann.

Welcher Vorteil erwächst aber der Pflanze aus den reizleitenden Fibrillen? Einerseits wird wohl durch dieselben die reizleitende Bahn verstärkt, was mit sich bringt, dass Reizvorgänge mit größerer Intensität geleitet werden können. Auch die Geschwindigkeit der Reizleitung kann durch solche Strukturen gesteigert werden. Dies habe ich durch Beobachtungen über die Fortpflanzung des Wundreizes zu beweisen versucht. In meiner Schrift werden jedoch bloß über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Reaktion absolute Werte mitgeteilt, wogegen man über die Geschwindigkeit der Reizleitung nur relative Verhältnisse angeben kann. Da wurde gefunden, dass die Reizleitung in der Longitudinalrichtung mit der relativ größten Geschwindigkeit vor sich geht. Diese Geschwindigkeit hängt topographisch innig mit dem Vorhandensein von Fibrillenbündeln zusammen. Die absolute Geschwindigkeit der Reizleitung darf nicht direkt aus der Fortpflanzung der Reaktion abgeleitet werden, denn in der Wurzelspitze steigt die Reaktionszeit der Zellen von 1—2 Min. (meristematische Zellen) allmählich bis zu 2 Stunden (Zellen im Streckungsstadium), so dass sich dadurch ganz evident das Stocken der Reaktion am Uebergange von der Teilungs- zur Streckungszone erklärt. Dieses Stocken bezieht sich jedoch wahrscheinlich bloß auf die Fortpflanzung der Reaktion, wogegen sich der Reiz, wie man aus der Degeneration der Fibrillen schließen darf, mit viel größerer Geschwindigkeit weiter fortgepflanzt hat.

Wenn man nun sieht, dass die Reaktion unter normalen Verhältnissen relativ schnell in Richtungen sich fortpflanzt, in denen Fibrillenbündel verlaufen, dass sie sich in Zellen, welche keine Fibrillenbündel besitzen, recht langsam verbreitet, dass sich ebensolche Verlangsamung

1) Es giebt Ranken, bei denen die Reaktion in ihrer Art fast ganz vorbestimmt ist, aber auch solche, deren Reaktion durch die Richtung der Reizursache orientiert wird. Auch hier sind Fibrillen nicht überall zu erwarten, auch nicht in den sogen. Fühltüpfeln, deren Funktion allerdings noch recht hypothetisch ist. Borzi (Rend. d. R. Ac. d. Lincei 1901) giebt jedoch an, er habe in Zellen, die mit solchen Fühltüpfeln versehen sind, „una marcatissima struttura fibrillare“ beobachtet.

gleichzeitig mit einer experimentell erzielten Desorganisation der Fibrillen in allen Zellen einstellt, so wird man einen ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Fibrillen und einer ausgiebigen Reizleitungsfähigkeit wenigstens als wahrscheinlich gelten lassen. Alle Versuche sprechen für diese Wahrscheinlichkeit; sollte das alles bloß zufällig sein? Und so haben auch Versuche ihren Wert, welche zeigen, dass sich bei geotropischer Reizung eben in Zellen, welche Fibrillen besitzen, gewisse Vorgänge, die mit bestimmt orientierten Plasmaansammlungen verbunden sind, fortpflanzen, denn es handelt sich eben darum, nachzuweisen, dass sich in mit Fibrillenbündeln versehenen Zellreihen Impulse zu gewissen Vorgängen fortpflanzen.

Man muss sich in diesen Sachen meist mit einer Wahrscheinlichkeit begnügen, doch wäre es wohl verfehlt, den Wert einer experimentell erreichten Wahrscheinlichkeit zu negieren, besonders wenn „in fast allen Fragen der Reizphysiologie — die Versuchsergebnisse vielfach mehrdeutig und wenig beweiskräftig" sind.

Ebenso wie tierische Neurofibrillen nicht überall den gleichen Bau zeigen, giebt es auch bei den pflanzlichen fibrillären Bildungen Strukturverschiedenheiten. Es handelt sich bei einigen Pflanzen, wie ich in diesem Jahre erkannte, wirklich um retikuläre (gitterförmige) Strukturen, so z. B. bei *Lonchitis pubescens*, *Calla palustris*. Immerhin bilden auch diese Strukturen abweichend sich verhaltende und ruhende Plasmastränge, welche die Zellen durchziehen, an die Querwände sich anlegen und korrespondieren. Ihr gitterförmiger Charakter ist besonders in jungen Zellen auffallend, in älteren Zellen nehmen die Stränge ein fibrilläres Aussehen an.

Sehr lehrreich waren auch Untersuchungen, die ich an lebendigen Objekten angestellt habe, um den Bau der Fibrillenbündel in vivo kennen zu lernen. Ich untersuchte Schnitte in wässeriger 2%iger Traubenzuckerlösung. Am besten lassen sich Fibrillen bei Farnen (in den Wurzelspitzen) in vivo sehen und ich empfehle denen, die sich schnell von der Richtigkeit meiner diesbezüglichen Angaben überzeugen wollen, besonders Adventivwurzeln von *Aspidium decussatum* zur Untersuchung. Mit überraschender Deutlichkeit sieht man da in den großen Pleromzellen die Fibrillenbündel, die Fibrillen selbst sind stark lichtbrechend und bilden hie und da anscheinend ein Retikulum, doch lässt sich an anderen Stellen ihre Selbständigkeit sicher nachweisen. An den Enden der Zellen sieht man die feinsten Verästelungen der Fibrillenbündel. Hier stellt sich auch am frühesten die körnige Degeneration der Fibrillen ein. Sie stimmt vollständig mit jener überein, die ich bei *Allium* an fixierten Präparaten beobachtet habe. Die Fibrillen wandeln sich in körnige, aus zahlreichen Kügelchen zusammengesetzte Massen um, die allmählich zum Kern rücken. Aus

Teilungsfiguren, die unter denselben Bedingungen beobachtet wurden, entstehen nicht solche Gebilde, auch beginnt die Degeneration der Fibrillen früher als diejenige der Teilungsfiguren. Auch daraus folgt, dass sich Fibrillen kaum mit Spindelfasern identifizieren lassen.

In der Wurzel befinden sich Fibrillen in der wachsenden Spitze. Sie verbinden etwa die perceptorische Zone mit den motorischen Zellen. Und eben der Teil, in welchem sie verlaufen, wird fortwährend durch neue Bestandteile bereichert, denn im akroskopen Teile werden immer neue Zellen gebildet, im basiskopen stellen immer neue Zellen ihr Wachstum ein und treten in den Dauerzustand über. Es bilden sich Fibrillen in immer neuen Zellen aus und verschwinden fortwährend in Zellen, welche die Streckungszone verlassen. Das erscheint im Lichte meiner Anschauungen ganz vorteilhaft. Denn es wäre unnütz, wenn die Fibrillen auch in nicht reaktionsfähige Zonen reichen würden. Bei der stetigen Veränderung der Reaktionszone müssen die Fibrillen selbst die Fähigkeit haben, sich relativ schnell auszubilden und wieder zu verschwinden. Und als Folge davon erscheint ihre leichte Zerstörbarkeit durch äußere Eingriffe. Ganz anders verhält es sich bei den Tieren, wo die völlig ausgebildeten nervösen Bahnen meist das ganze individuelle Leben hindurch unverändert bleiben. Hingegen handelt es sich in der Wurzelspitze um transitorische, in stetiger Umänderung begriffene Bahnen, deren leichte Zerstörbarkeit sogar für die Pflanze vorteilhaft ist. Es könnte ja die durch Zerstörung der Fibrillen in älteren Teilen der Wurzelspitze gewonnene Substanz zum Aufbau neuer Fibrillen in den jüngsten Teilen benutzt werden.

Zu dem vorstehenden Artikel wurde ich durch Haberlandt's jüngst in dieser Zeitschrift[1]) erschienenen Aufsatz angeregt, in welchem versucht wird, meine Fibrillen anders zu deuten, als ich es gethan habe. Ich kann jedoch nicht anders, als meine Anschauungen aufrecht erhalten und dieselben Haberlandt's hypothetischen Deutungen der Fibrillen gegenüber als die wahrscheinlichsten und am nächsten liegenden betrachten. [84]

Prag, am 25. Juni 1901.

Zur Biologie der Regenwürmer.

Von

Dr. K. Bretscher, Zürich.

Die Regenwürmer gehören zu den bekanntesten und häufigsten Tieren unserer Fauna, eine Reihe namhafter Forscher haben sich das Studium ihrer Lebensweise zur Aufgabe gestellt; trotzdem sind

1) Haberlandt, G., Ueber Reizleitung im Pflanzenreich. Diese Zeitschrift 1901, Nr. 12.

wir durchaus nicht in genügendem Maße über ihre Biologie aufgeklärt. Die folgenden Mitteilungen sollen zu deren Kenntnis einen kleinen Beitrag liefern, denn sie betreffen nur einige untergeordnete Punkte derselben.

1. In seinem bekannten und viel citierten Werke „Ueber die Bildung der Ackererde" teilt Darwin die Beobachtung mit, dass die Regenwürmer während des Tages in ihren Röhren verbleiben mit Ausnahme solcher Individuen, die in benachbarten Röhren wohnen und zur Paarungszeit in den frühen Morgenstunden noch in Kopula gefunden werden. Eine Ausnahme machen ferner kranke Würmer, welche meistens von den parasitischen Larven einer Fliege (*Tachina*) heimgesucht, bei Tag umher wandern und an der Oberfläche sterben. Des Nachts dagegen verlassen sie in großer Zahl ihre Gänge, bleiben jedoch gewöhnlich noch mit ihren Schwänzen in diesen stecken. Endlich sieht man am Morgen nach starkem Regen die Erde häufig mit ihren Spuren gezeichnet. Solche bemerkte Darwin vom August bis Mai und er nimmt an, dass sie auch während der übrigen Monate, sofern sie nass sind, sich gleich verhalten; sie verlassen also allem Anschein nach ihre Röhren zum Zwecke einer Entdeckungsreise und um neue Wohnorte aufzusuchen.

In einer Arbeit „Ueber die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erdrinde lebenden Würmer" bestätigt Hensen (Landwirtschaftl. Jahrbücher 11, 1882) die letzterwähnte Beobachtung, betont aber, dass der Schluss auf eine normale Wanderung noch verfrüht und kein gültiger Beweis für dessen Richtigkeit gegeben sei. Er hebt hervor, dass die Regenwürmer auch aus der Erde herausschießen, wenn der Maulwurf nach ihnen gräbt, der ja bekanntlich einer ihrer ärgsten Feinde ist.

Hoffmeister (die Familie der Regenwürmer, 1845) berichtet von seinen *Lumbricus agricola* und *rubellus*, dass sie die beiden einzigen Arten seien, „welche ihre glatten Röhren zuweilen ganz verlassen und sich zur Paarung und zum Fraße auf der Oberfläche bei Nacht umhertreiben. Von der Meinung, dass auch die dritte Art (*L. communis*) Streifzüge unternehmen, bin ich ganz zurückgekommen; wenigstens mag dies nur unter ganz besonderen Umständen geschehen können".

Es ist nun nicht zu bezweifeln, dass schmarotzende Insassen, wie die Tachinen-Larven, Fadenwürmer (Entozoen s. Hoffmeister), vielleicht auch die in den männlichen Generationsorganen der Würmer hausenden Gregarinen, endlich die Maulwürfe oder andere Feinde der Lumbriciden diese zum Verlassen ihrer Gänge nötigen können. Letzteres wird wohl ohne weiteres angenommen werden dürfen für diejenigen von ihnen, die man bei heißem Wetter und hellem Sonnenschein etwa auf der Wanderung begriffen sieht, also in Fällen, wo ihnen die große Trockenheit einen raschen Tod bringt.

Nun hat aber die Annahme, dass die berührten Ursachen doch meist nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Regenwürmern zur Auswanderung veranlassen werden, gewiss viel Wahrscheinlichkeit für sich, während thatsächlich solche in Umzug begriffene Tiere eine sehr häufige Erscheinung sind. Man braucht nur nach einer warmen Regennacht einen Feldweg zu begehen, um teils an den von ihnen zurückgelassenen Kriechspuren, teils an der Zahl der noch herumkriechenden Würmer selber den Eindruck zu gewinnen, dass das kaum Ausnahmefälle darstellen werden. Zudem wiederholt sich bei Regenwetter und nicht zu starkem Wind die Erscheinung Tag um Tag in fast gleichem Maße, und zwar, wie Darwin schon andeutete, während des ganzen Jahres. Sie kommen in dieser Art zum Vorschein im Frühling, sobald kaum der Schnee weggeschmolzen und der Boden aufgefroren ist, im Sommer, im Herbst bis zum Schneefall wie auch im Winter, wenn Tauwetter eintritt.

Sodann sehen wir unter den Auswanderern nicht nur geschlechtsreife, sondern auch noch unentwickelte junge Würmer. Sie alle geben zum geringsten Teil in ihrem Gebaren oder in ihrem Aussehen Anzeichen von anormalen Bedingungen; selbst das Tageslicht scheint sie (bei bedecktem Himmel und feuchter Umgebung) nicht stark zu belästigen, so sehr sie sonst im allgemeinen gegen Lichteindrücke empfindlich sind.

Schon im Jahre 1899 habe ich eine Zusammenstellung der bei Regen auf der Straße wandernden Terrikolen gemacht (Beitr. z. Kenntnis d. Olig.-Fauna d. Schweiz, Rev. Suisse de Zoologie) und die bezüglichen Beobachtungen seither fortgesetzt. Die Liste zeigt folgende Arten:

1. *Eisenia foetida* Sav.; 2. *E. rosea* Sav.
3. *Helodrilus caliginosus* Sav. var. *typicus* und *trapezoides;* 4. *H. longus* Ude.
5. *Dendrobaena rubidus* Sav. var. *subrubicunda.*
6. *Octolasium cyaneum* Sav.; 7. *O. lacteum* Oerl.
8. *Lumbricus rubellus* Hoffm.; 9. *L. castaneus* Sav.; 10. *L. terrestris* L.

Es ist gar keine Seltenheit, dass man 6—8 dieser Species oder gar alle zusammen auf Trottoirs oder Straßen in weniger als 100 Schritten Länge finden kann; d. h. es beteiligen sich an den Wanderungen alle unsere Arten mit Ausnahme von *Eiseniella tetraëdra* Sav., *Allolobophora chlorotica* Sav., *Lumbricus melibocus* Rosa; von diesen besitzt der erste und letzte in der Umgebung von Zürich eine lokale Verbreitung: beide finden sich hier nur an ausgesprochen feuchten Orten, letzteren habe ich da nur an Bächen gefunden. *A. chlorotica* zieht ebenfalls feuchte Standorte vor und ist an trockenen Stellen weniger verbreitet. Es ist gewiss mehr zufällig, wenn er nicht auch schon wie die andern wandernd getroffen wurde.

Zusammenfassend komme ich also zu dem Schlusse, dass das Wandern der Regenwürmer nicht eine zufällige, sondern eine all-

gemeine, notwendige Erscheinung ist; denn sie ist unter günstigen Verhältnissen zu beobachten zu jeder Jahreszeit, an fast allen Altersstufen und Arten derselben. Wir können von einem förmlichen Wandertriebe der Lumbriciden sprechen.

Als Ursache dieses Triebes möchte ich gegenüber dem Bedürfnis, unter Umständen bloß den Wohnort oder den Futterplatz zu wechseln, den Verhältnissen der Fortpflanzung den größeren Einfluss zuschreiben. Trotzdem die Regenwürmer Zwitter sind, ist eine Paarung doch notwendig und zum mindesten noch kein Fall von Selbstbefruchtung mit Sicherheit beobachtet worden, wenn sie auch nicht als Unmöglichkeit auszuschließen ist. Ein mir bekannter Gärtner will einen solchen Fall wirklich gesehen haben und nach Hoffmeister (l. c.) könnte sie wenigstens wahrscheinlich sein. Unbedingt aber ist sie als eine Ausnahme gegenüber dem normalen Verhalten der Paarung anzusehen. Wenn nun aber Fremdbefruchtung die Regel ist, so darf wohl auch Vermeidung von Inzucht als wichtig erachtet werden. Diese wäre aber unvermeidlich, wenn die Jungen an dem Platze sich entwickeln würden, wo die alten Tiere ihr Leben verbracht haben, also kein Ortswechsel einträte. Vorkehrungen gegen den schädlichen Einfluss der Inzucht sind eine so häufige Erscheinung in der Natur, dass wir sie gewiss unbedenklich als wichtigste Ursache des Wanderlebens der Würmer annehmen können.

Wie die Bodenverhältnisse und die besonders bevorzugte Nahrung in den Alpenweiden die Terrikolenfauna zu einem Wanderleben nötigen, habe ich bereits in dieser Zeitschrift (1900) geschildert.

Hensen führt in der genannten Arbeit aus, wie die von ihm besonders in Berücksichtigung gezogenen großen blauköpfigen Regenwürmer — wohl *Lumbricus terrestris* L. — wegen der Art, wie die Paarung vorgenommen wird, „nur in dichter Verteilung die natürlichen Bedingungen für die Existenz finde. Diese erfolgt nämlich so, dass zwei Tiere, mit ihren Hinterenden noch in den Röhren steckend und oft bis auf 2—3 dm an der Oberfläche ausgestreckt, sich aneinanderlegen. Ihr Rohr hat aber mehrere Ausgänge und daher beherrscht der einzelne Wurm eine größere Kreisfläche als die von einem Fuß Radius; ich möchte aber glauben, dass man die so beherrschte Fläche auf höchstens 1 m schätzen darf. Demnach glaube ich, dass, wo der große Regenwurm vorkommt, er in solcher Menge vorkommen muss, wie es die Möglichkeit geschlechtlicher Vereinigung erfordert, d. h. auf jede Fläche von 1 m Radius mindestens ein Wurm".

Wenn die oben begründete Annahme eines Wandertriebes richtig ist, so kann die letztere Schlussfolgerung Hensen's in dieser strikten Form nicht aufrecht erhalten werden; vielmehr können die Regenwürmer, resp. die einzelnen Arten derselben vermöge dieser Wanderungen in relativ spärlicher Verteilung vorhanden, d. h. verhältnis-

mäßig selten sein. Diesen Schluss kann wohl jeder Sammler von Lumbriciden aus eigener Beobachtung bestätigen.

Wiederum sei verwiesen auf die Verhältnisse in Alpenweiden, wo sie oft an bestimmten eng begrenzten Stellen in größeren Gesellschaften beisammen, aber diese voneinander in größeren Abständen entfernt leben; ferner beweisen die Befunde bei Ausgrabungen, dass die Verteilung der Regenwürmer im Erdboden eine recht unregelmäßige sein kann; sie hängt eben nicht nur zusammen mit der Art der Paarung, sondern ebenso sehr ab von Schwankungen, wie sie durch die Wanderungen bedingt werden.

Wenn hier von solchen die Rede ist, so ist dies doch immer im Sinne der Auseinandersetzungen wie des Aufsatzes „Ueber die Verbreitungsverhältnisse der Lumbriciden in der Schweiz" (diese Zeitschrift 1900) zu verstehen. Die Regenwürmer sind trotz ihres Wandertriebes Tiere von beschränktem Lokomotionsvermögen.

2. Die mehrfach erwähnte Arbeit Hensen's behandelt die Regenwürmer nach ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft, die er gewiss mit voller Berechtigung als bedeutend zu veranschlagen geneigt ist. Von besonders günstigem Einfluss scheinen ihm die großen Arten und unter diesen wieder die große blauköpfige Art *L. terrestris* L. zu sein, weil zufolge seinen Beobachtungen nur diese in die Tiefe, in den Untergrund hinabdringen, diesen durchpflügend, den atmosphärischen Einflüssen Zutritt und den tief dringenden Wurzeln der Pflanzen leichten Eingang verschaffend. (Vergl. auch Hensen, die Thätigkeit des Regenwurmes, *L. terrestris* L., für die Fruchtbarkeit des Erdbodens; Z. f. wiss. Zool. 28, 1877.)

Nach seinen Beobachtungen bleiben die kleinen Arten in der oberflächlichen Humusschicht, wo sie die großen in ihrer günstig wirkenden Thätigkeit unterstützen. Jene Thatsache konstatierte er durch Nachgrabungen zur Winterszeit, die er in einem Garten vornahm. Bei einer solchen Untersuchung fand er, dass einzelne Würmer $1^1/_2$ Fuß tief noch steif gefroren vorkamen, die Mehrzahl aber in größerer Tiefe stand. Der Untergrund bestand aus Korallensand.

Während des letzten Winters habe ich ebenfalls zwei Nachgrabungen vorgenommen, um die Befunde Hensen's zu kontrolieren. Ich zog hierfür Wiesen vor, weil in solchen der Humus nicht in Umschwung begriffen ist, die Bewohner des Bodens also eher Gelegenheit haben, sich ungestört nach ihren Gewohnheiten einzurichten.

Die erste dieser Nachgrabungen fand am 25. Januar statt nach einer intensiven Kälteperiode, die ohne vorgängigen Schneefall eingesetzt hatte. Das eingetretene Tauwetter hatte die oberste Erdschicht bis in ca. 5 cm Tiefe aufgeweicht, darunter war noch eine Schicht von 10—15 cm Dicke fest gefroren. In dieser fanden sich drei Würmer vor, von denen einer noch anscheinend lebenskräftig, die andern zu

Grunde gegangen waren. Offenbar hatte die rasch einbrechende Kälte sie erreicht und getötet; denn wenn auch die Würmer bei geringeren Kältegraden ein- und sogar steif gefrieren können, so erfrieren sie doch bei größerer Kälte.

Der Untergrund, der aus lehmigem Material von Grundmoränen bestand, hob sich nicht deutlich vom Humus ab, der bis in etwa 35 cm Tiefe hinabreichte. Die Grabung erfolgte bis in 65 cm Tiefe; einzelne Gänge setzten sich noch weiter abwärts fort.

Unter der gefrorenen Erde bis in 35 cm Tiefe wurden 22, weiter unten 17 Würmer herausgebracht. Die Zahl ergäbe auf 1 m² Bodenfläche ca. 350 Stück und die gewählte Stelle gehörte somit zu den weniger gut bevölkerten.

Die Insassen zeigten in ihren Winterlagern ein verschiedenes Verhalten, indem von derselben Art einzelne eingerollt, andere ausgestreckt waren. Die Mehrzahl hatte noch nicht Geschlechtsreife erreicht.

In der Tiefe bis 35 cm fanden sich vor: 1. *Eisenia rosea* Sav.; 2. *Helodrilus caliginosus* Sav. var. *typicus;* 3. *Octolasium lacteum* Oerl.; 4. *Lumbricus rubellus* Hoffm.

In 35—65 cm Tiefe kamen dieselben Arten und überdies noch 5. *Helodrilus longus* Ude vor; *E. rosea* fehlte hier. Zu bemerken ist, dass die noch unentwickelten jungen Würmer ebenfalls bis in diese Tiefe vorgedrungen waren.

Die gleiche Beobachtung war bei der zweiten Grabung zu machen, welche am 1. März 1901 erfolgte. Inzwischen war eine zweite Kälteperiode eingetreten, der Boden während derselben mit Schnee bedeckt. Der Aushub geschah in drei Schichten von je 20 cm Tiefe; auch hier gingen einige Röhren noch weiter hinab. Wiederum lagen einzelne eingerollt in kleinen Höhlungen, andere ausgestreckt in den Gängen; die erstern zeichneten sich dann zudem aus durch ihre Pigmentlosigkeit, und diese zeigten damit das gleiche Verhalten wie im Sommer. Denn auch zu dieser Jahreszeit findet man viele eng eingerollt und von heller Fleischfarbe vor.

Der Humus reichte nur 22 cm tief hinab; der Untergrund war wie im ersten Fall ein zäher, fester, lehmiger Gletscherschutt.

Die Kälte war bis 18° C. gesunken und hatte längere Zeit angedauert; doch war offenbar, verursacht durch die hohe Schneedecke, der Boden nicht zugefroren.

Die oberste Schicht, bis 20 cm Tiefe, enthielt 12 Lumbriciden, darunter 1. *Helodrilus longus* Ude; 2. *Eisenia rosea* Sav.; die zweite von 20—40 cm Tiefe 29 Exemplare; dabei waren außer den genannten ferner 3. *Helodrilus caliginosus* Sav. var. *typica;* 4. *Allolobophora chlorotica* Sav.

Die Lage von 40—60 cm beherbergte 25 Stück mit den ersten 3 der genannten Arten und überdies 5. *Lumbricus rubellus* Hoffm.; 6. *Lumbricus castaneus* Sav.

Von diesen Species wären *H. longus*, *caliginosus* und *L. rubellus* als große, die übrigen als kleine Arten (nach Hensen) zu bezeichnen. Die Vergleichung dieser beiden Ergebnisse belehrt uns jedoch, dass alle Species, große und kleine, in größere Tiefe vordringen, dass es keine Art giebt, die ausschließlich auf den Humus beschränkt wäre und die jungen Individuen von nur 1 mm Durchmesser die Fähigkeit besitzen, solche Tiefen aufzusuchen.

Hensen's Befund scheint somit mehr lokalen Verhältnissen zuzuschreiben zu sein und ist jedenfalls nicht eine allgemeine Erscheinung. Ob der Sandboden den kleineren Arten des genannten Autors nicht zusagt oder andere Einflüsse — vielleicht größere Trockenheit — hierbei mitspielten, ist nicht zu entscheiden. Die Festigkeit des Untergrundes kommt nicht in Frage, denn der sandige Untergrund bei der Hensen'schen Untersuchung dürfte kaum schwerer zu durchbohren sein als der zähe lehmige Boden am Zürichberg.

De Ribaucourt nimmt an, dass die Form der Würmer in Beziehung stehe zu ihrer Fähigkeit, in den Boden einzudringen, indem ein abgeflachtes und verbreitertes Hinterende, wie es z. B. *Lumbricus terrestris* und *Helodrilus longus* besitzen, einen kräftigeren Rückhalt gewähre und damit ein leichteres oder rascheres Vorrücken im Boden ermögliche. Dies sind die *vers canalisateurs* mit kräftigen, engpaarigen Borsten; die andern mit cylindrischem Hinterende und weit abstehenden Borsten, so *Octolasium cyaneum* und *lacteum*, die *vers sédentaires*. Jene sollen senkrechte Gänge in die Tiefe, diese mehr wagrecht und oberflächlich verlaufende graben; ferner die erstern die Oeffnungen der Kanäle nicht mit Blättern, Halmen u. s. w. als Nährmaterial verstopfen wie die letztern.

Die oben angegebenen Befunde beweisen, dass diese Beziehung zwischen Grabarbeit und Körperform nicht besteht, dass flache und runde Würmer mit gleicher Leichtigkeit den Boden durchwühlen. Letztere wissen wohl den nötigen Rückhalt beim Eingraben durch entsprechend engere Röhren zu gewinnen.

Bei Nachgrabungen kann man etwa beobachten, dass ein Wurm im Gang auf sich selbst zurückgelegt, entsprechend dünn und in die Länge gestreckt ist. So erklärt es sich, dass sie bald mit dem Vorderende oben Nahrung einziehen oder bald mit dem Hinterende daselbst die Exkremente von sich geben können.

Bei der zweiten Grabung beträgt die Zahl der Lumbriciden auf 1 m^2 ca. 400.

3. Die Paarung der Regenwürmer hat schon früh das Interesse der Naturforscher erregt. So berichtet z. B. M. de Montégre (Observations sur les lombrics; Mém. du Mus. d'hist. nat. 1815): Bei der Paarung sind der Gürtel und die Tuberkeln zwischen dem 10. und 15. Segment die einzigen Vereinigungsmittel. Hierbei legen sich die

Tiere in entgegengesetzter Richtung aneinander, so dass diese Tuberkel neben den Gürtel zu liegen kommen. Jene greifen ähnlich Saugnäpfen in Vertiefungen des andern Tieres ein. So bleiben sie während mehrerer Stunden aneinander liegen; es ist eine kleine Wellenbewegung wahrzunehmen.

Hoffmeister sah, „wie die Seitenteile des Gürtels, woran die Saugnäpfe — *tubercula pubertatis* — liegen, sich flügelförmig ausdehnen, während der Bauchteil kräftig eingezogen wird. Bei immer stärkerer Undulation der Quermuskeln und des Gürtels wird die gegenseitige Kompression immer enger und genauer. Aus den Rückenporen und dem Gürtel fließt reichlicher Schleim. Eine Menge junger Würmer pflegen sich nun zu versammeln, welche gierig den Schleim einsaugen. Erst nach einer halben Stunde erfolgt das Ausströmen der Samenflüssigkeit. An jedem Wurm hatte sich durch das Hervortreten des Bauchrandes und das Einziehen der dicht darüber liegenden Streifen eine Art Kanal gebildet, der vom 8., 9. Ringe anfing und auf dem Gürtel endigte. In ihm bewegte sich in ununterbrochenem Strome eine weiße Flüssigkeit in der Richtung vom Kopfende zum Gürtel, welche Bewegung augenscheinlich durch die kräftigen wellenförmigen Kontraktionen der Ringmuskeln bewerkstelligt wird. Der Gürtel vertiefte sich an seinem ersten Ringe zu einer becherförmigen Grube, die sehr stark undulierte und hier schien die Flüssigkeit sehr rasch zu verschwinden, ohne dass jedoch auch nur ein Tropfen auf den Körper des anderen Individuums überzugehen schien. Die zwei Ströme flossen im Gegenteil ganz nahe nebeneinander in entgegengesetzten Richtungen. Wie es geschehen kann, dass die Flüssigkeit, die sich als Samen verhielt, nicht sich auf den überall feuchten Körpern verbreitete, ist mir nicht klar . . .“

Hoffmeister sah Paarungen vom März bis Anfangs Oktober sich vollziehen.

Genauer und zutreffender sind die Beobachtungen von Hering (Zur Anatomie u. Physiologie d. Generationsorgane d. Regenwurmes; Z. f. wiss. Zool. 8, 1857), die hier ebenfalls skizziert seien. Jeder der in Kopula tretenden Würmer vertieft durch Einziehen den Gürtel und die benachbarten Segmente zu einer kahnförmigen Grube, in die sich der andere Wurm hineinlegt. Es beginnt eine reichliche Absonderung von Schleim, der beide Würmer als eine gemeinschaftliche Hülle umschließt, indem er allmählich erhärtet Den *tubercula pubertatis* liegen das 9.—11., der männlichen Oeffnung das 26. Segment ungefähr gegenüber. Vor dem Gürtel erhebt sich bis zum Samenporus in 15 ein Längswulst zwischen den beiden Borstenpaaren, der von zwei parallelen Streifen begrenzt ist. Der obere ist deutlich als Längsrinne ausgebildet. In rhythmischer Wiederkehr ziehen sich am 15. Ringe die Rinne und ihre Ufer zu einem Grübchen ein, welches wie ein Wellen-

thal bis zum Gürtel fortschreitet. In der Minute sieht man 14 Grübchen sich bilden und nach hinten ziehen. Etwa 1 Stunde nach der Vereinigung erfolgt der Erguss des Samens in kleinen Tröpfchen, welche in der Rinne nach hinten geführt werden. Sie sind durch Zwischenräume von der Länge der Tröpfchen voneinander getrennt. Die *tubercula pubertatis* kontrahieren sich rhythmisch etwa 55 mal in der Minute und etwa 2 mal in dieser Zeit hebt sich der seitliche Teil des Gürtels vom anderen Wurme etwas ab und presst sich wieder an.

So wird bewirkt, dass der Same nach den Samentaschenöffnungen hin getrieben wird, die frei unter der Schleimhülle liegen und also nicht von der Gürtelleiste bedeckt sind. Vielleicht durch Saugen der Taschen wird nun der Samen von ihnen aufgenommen. Der ganze Begattungsakt dauert 2—3 Stunden.

Es dürfte sich empfehlen, den Längswulst von der männlichen Geschlechtsöffnung in 15 bis zum Gürtel als Begattungsleiste zu bezeichnen; sie ist an geschlechtsreifen Tieren deutlich durch die zwei geschilderten parallelen Rinnen abgegrenzt und sichtbar.

Ich habe schon seit einer Reihe von Jahren mich ebenfalls bemüht, den Vorgang der Paarung genauer zu verfolgen, ohne jedoch dabei zu einem befriedigenden Resultate gekommen zu sein, da ich die Tiere nur im Freien, in ihren natürlichen Verhältnissen beobachtete.

Wie Hoffmeister richtig äußert, fällt bei Eintritt warmer Witterung der Beginn der Paarungszeit schon in den Monat Februar und reicht jedenfalls bis Ende Mai; in den Sommermonaten habe ich noch nie Paare in Kopula gefunden.

Im allgemeinen kann ich die Beobachtungen von Hering bestätigen; wie de Montègre und Hoffmeister nahm ich aber nie die Bildung eines Schleimringes oder -bandes wahr. Die in Paarung begriffenen Würmer waren stark schleimig, aber in der Gürtelregion nicht mehr als in den davor gelegenen Körperpartien. Wenn die Tiere gestört wurden, so lösten sie sich mit einem Ruck und ohne irgendwelche äußere Hindernisse voneinander ab; ferner war keine Zone der beiden Wurmkörper jemals eingeschnürt und von einem solchen Bande bedeckt, das auch mit der Lupe nicht nachzuweisen war.

Im übrigen sind Hering's Angaben von den in segmentalen Abständen der von der männlichen Geschlechtsöffnung nach dem Gürtel auf der Begattungsleiste vorrückenden Grübchen, dem Eintritt des Samens in die Samentaschen nur zu bestätigen, so auch die der Art, wie die beiden sich paarenden Würmer aneinander gelagert sind. Das Klitellum springt hierbei in verschiedenem Maße vor, bald einen geraden, bald einen stark vorgewölbten und das andere Individuum weiter umfassenden Rand bildend.

Doch liegt mir fern, die Beobachtung Hering's bezüglich des Schleimringes in Zweifel zu ziehen; vielmehr möchte der Sachverhalt

bei weiterer Verfolgung desselben sich so herausstellen, dass die abweichenden Angaben richtig sind, jedoch für verschiedene Arten zutreffen. Die Species, die ich bis jetzt einzig in Paarung zu beobachten Gelegenheit hatte, ist *Lumbricus terrestris* L. und von ihr gilt also die von mir gegebene Darstellung.

Sie scheint mit Vorliebe den frühen Morgen zur Kopula zu benutzen, denn man trifft sie recht häufig bei Tagesanbruch, auch etwa noch bis gegen den Mittag hin in dieser Stellung. Die Empfindlichkeit gegen das Licht spielt demnach in dieser Periode eine ebenso geringe Rolle wie bei den Wanderungen. Doch lässt sich diese Erscheinung vielleicht damit erklären, dass sie auch bei Nacht nur gegen grelle Differenzen in der Belichtung reagieren, von einem allmählich sich steigernden Licht — wie der Tageshelligkeit am Morgen — aber nicht gestört werden.

Dass nicht alle Arten bei der Paarung sich gleich verhalten, wird durch die Beobachtungen an *Eisenia foetida* zur Genüge klar, über welche Perrier (Note sur l'accouplement des lombrics; Arch. de zool. exp. und gén. IV. 1875), Andrews (Conjugation of the Brandling; The Americ. Naturalist 29. 1895) und Foot (The Cocoons and Eggs of Allolobophora foetida; Journ. of Morph. XIV. 1898) genauere Mitteilungen machen.

Schon darin benimmt sie sich anders, dass sie zu diesem Zweck nicht an die Oberfläche kommt und zu jeder Tageszeit die Paarung eingeht.

Hierbei werden die Gürtelregionen stark eingeschnürt, noch mehr aber die diesen anliegenden Partien von jedem der beiden kopulierenden Tiere. Diese am meisten verengerte Partie umfasst die Segmente 8—11 oder 12; sie sieht aus, als ob sie mit Faden umwickelt wäre und in ihr liegen die Samentaschen (Fig. 1 a. f. S.). Die Einschnürung kommt zu Stande durch eine Schleimhülle, deren Ränder wiederum besonders tief einschneiden. Sie sind in den Segmenten 8 und 11 oder 12 des einen und am Vorder- und Hinterende des Gürtels des andern Tieres gelegen. Die vordern 7 wie die hinter dem Klitellum gelegenen Ringel sind frei. Stark ausgedehnt sind dagegen die unmittelbar hinter 11, resp. 12 gelegenen Segmente. Die Gürtelregion bildet ventral eine tiefe Grube und umfasst das andere Individuum zum größten Teil, wohl zu $^2/_3$ seines Umfangs.

Werden solche Paare gestört, so ziehen sie sich der Länge nach voneinander weg und aus den Schleimbändern heraus, die inzwischen erhärtet sind.

In diesen Angaben stimmen Andrews und Foot miteinander überein. Letzterer Autor hat nun aber weiter beobachtet, dass bei der Kopula auch gleich die Cocons gebildet werden. Während nach der bisherigen Annahme bei der Paarung bloß die Samentaschen mit

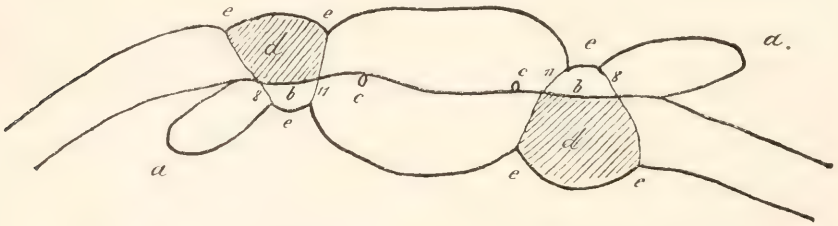
Sperma gefüllt werden und die Coconbildung erst später an jedem Individuum für sich allein erfolgen sollte, verhält sich *E. foetida* in dieser Beziehung anders, indem auch die Ablage der Eier und mit dem Zutritt von Sperma deren Befruchtung sich vollzieht; die nach der Paarung abgestreiften Schleimbänder erfüllen sodann ihre Aufgabe als schützende Hüllen um die sich entwickelnden Embryonen.

Nach Foot ist anfänglich jedes Cocon auch von einer weiten Schleimröhre umgeben, welche bei der Kopula die zwischen dem Segment 11 oder 12 und dem vorderen Gürtelrand gelegene Partie jedes Paarlings einhüllte und bald nach der Ablage des Cocons zu Grunde geht.

Diese Schleimröhre scheint mir nicht eine zufällige, sondern eine notwendige Bildung zu sein, da ihr wohl die Aufgabe zukommen dürfte, die Samenflüssigkeit vor der Berührung mit der umgebenden Erde zu bewahren.

Die Thatsache, dass während der Paarung beide Cocons gebildet werden, könnte nun nach Foot darauf hinweisen, dass die Samen-

Fig. 1.



taschen eine andere Funktion als die der Aufspeicherung von Sperma von jener an bis zur Eiablage besitzen. Das Sperma, das sie enthalten, ist allerdings nach Form und Größe übereinsimmend mit demjenigen in den Cocons und in den Samenblasen. In einigen zur Untersuchung gelangten Fällen waren die Spermatheken nach der Coconbildung leer, in andern diejenigen beim einen Individuum gefüllt, die des andern aber leer. Das scheint aber doch darauf hinzudeuten, dass zwei Paarungen notwendig sind, die eine zur Füllung der Samentaschen, die andere dagegen zur Bildung der Cocons: Immerhin giebt Foot selbst zu, dass zur endgiltigen Erledigung der Frage noch weitere Beobachtungen nötig sind.

Es ergiebt sich, dass in den einen Fällen bei der Paarung der Regenwürmer die Bildung von Schleimbändern, welche die Paarlinge aneinander heften, beobachtet wurde, in den andern nicht; das eine Mal ferner wurde die Bildung von Cocons bei der Kopula (Foot) konstatiert, das andere Mal nicht (Andrews).

Bezüglich des ersten Punktes nun entspricht gewiss den Thatsachen am besten der Schluss, dass die verschiedenen Arten ein ver-

schiedenes Verhalten zeigen, bezüglich der zweiten Frage wohl die Foot'sche Annahme, dass wenigstens bei *E. foetida* zwei Arten von Paarungen vorkommen, die eine zur Füllung der Spermatheken, die andere zur Bildung der Cocons.

In seinen „Notes on the Clitellum of the Earthworm" führt Cole (Zool. Anz. 1893, XVI) aus, dass und warum ihm die Bildung der Coconschale durch das Klitellum unverständlich sei. Nach seiner Ansicht würde das Cocon vielmehr so zu stande kommen, dass an der ventralen Seite in dem Gebiete der Samentaschen- und Eileiter Mündungen eine Schleimschicht gebildet wird, in welche Eier- und Spermamassen deponiert werden; sodann erfolgt die Bildung einer zweiten Schleimschicht, welche mit der ersten an den Rändern sich verkittend das fertige Cocon ergäbe. Da dieser Annahme direkte Beobachtungen gegenüberstehen, ist ihr wohl nur theoretischer Wert beizumessen insofern, als die Sache sich so verhalten könnte.

Fig. 2.

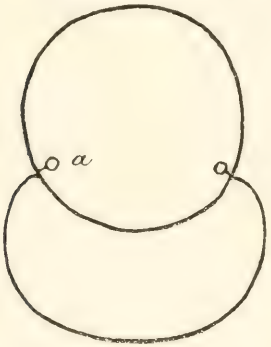
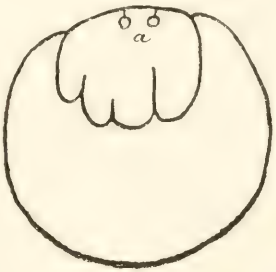


Fig. 3.



Besteht nun bezüglich des Vorganges der Paarung und der Coconbildung im großen Klarheit, so ist dies noch keineswegs der Fall in den Einzelheiten von diesem komplizierten Mechanismus, und es mögen von ihnen noch zwei berührt werden. Bei *L. terrestris* L. umfasst die Gürtelregion des einen Paarlings den andern nur an dessen Bauchfläche und wenig von den Seitenflächen bedeckend; so bleibt mehr als die Hälfte des Körperumfanges frei (Fig. 2). Bei *E. foetida* aber werden auch die Seitenflächen umfasst, indem die Bauchwand in Falten gelegt wird; nur die Rückenfläche bleibt frei (Fig. 3). Dies hängt offenbar zusammen mit der Lage der Samentaschen, die bei der ersten Art nahe seitlich der Bauchfläche, bei der letztern aber neben der dorsalen Mittellinie sich befinden. Indem bei *L. terrestris* die *Tubercula pubertatis* auf die Mündungen der Samentaschen sich legen, wird das Sperma in diese eingeführt, bei *E. foetida* erreichen diese die Oeffnungen der Spermatheken nicht, es braucht noch eine Einrichtung, ihnen die Samenflüssigkeit zuzuleiten und diese ist gegeben in dem Schleimband. So

scheint mir verständlich, dass die Arten mit tief liegenden Samentaschen bei der Kopula eines solchen Schleimbandes entbehren können, während diejenigen mit hochgelegenen Spermatheken desselben bedürfen.

Ein zweiter Punkt betrifft die Art, wie das Sperma auf den Begattungsleisten fortgeleitet wird. Schon Hoffmeister ist aufgefallen, dass es eigentümliche Kohäsionsverhältnisse zeigt und sich nicht auf dem überall feuchten Körper verteilt. Die Tröpfchen verhalten sich somit ähnlich wie solche von Quecksilber. Damit erklärt sich, wie sie als kompakte Gebilde in den oben geschilderten Grübchen und mit ihnen von der männlichen Geschlechtsöffnung weg dem Gürtel zuwandern.

Damit hängt weiter zusammen, dass nach Hoffmeister die Begattung jedesmal nur auf einer Seite stattzufinden scheint. Sie, d. h. die Füllung der Samentaschen, kann nur auf der Seite erfolgen, auf welcher die Spermatröpfchen dem Zuge der Schwere folgend, nicht aus den Grübchen herausfließen können. Bei normaler Lage der Würmer ist wohl eine beidseitige Füllung möglich, unmöglich aber ist sie nach meiner Ansicht bei schiefer Lage der Medianebene. Sie wäre demnach überhaupt in jeder Situation des Tieres anzunehmen, in der die Spermatröpfchen in den Grübchen der Begattungsleiste liegen bleiben können, also auch in nicht zu stark geneigter Richtung der Längsaxe der kopulierenden Tiere. Ob nun wirklich der Samenerguss nur auf der Seite stattfindet, auf der nach der Lage der kopulierenden Tiere die Beschickung der Samentaschen möglich ist, wird durch weitere Beobachtungen festzustellen sein. Ich würde den Regenwürmern ein genügendes Unterscheidungsvermögen zutrauen, das Sperma nur auf der Seite austreten zu lassen, wo es seiner Bestimmung zugeführt werden kann.

Soweit das Bild der Paarung der Lumbriciden nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnis. Es ist noch unvollständig und bedarf mancher Ergänzung. Die genaue Erforschung erscheint um so wünschenswerter, als das Geschlechtsleben dieser Tiere mit zu den merkwürdigsten und eigenartigsten Vorgängen in der Biologie der Tierwelt gehört. [77]

Figurenerklärung.

Fig. 1: *a* = Vorderende; *b* = Gegend der Samentaschen; *c* = männliche Geschlechtsöffnung; *d* = Gürtel; *e* = verdickte Ränder der Schleimbänder.
Fig. 2 und 3: *a* = Samentaschen.

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

(Fortsetzung.)

Manche Stellen, welche als Beweise angeführt werden, dass Goethe an die Entwicklung geglaubt hat, müssen anders erklärt werden.

Goethe war von dem Gedanken durchdrungen, dass die Organismenwelt die Realisierung einer Idee zu werden strebt; die Organismen streben dieser Idee sich zu nähern, und jedes Organ hat darum etwas von dieser Idee an sich. Deshalb entsprach es seiner Auffassung[1]), „. . . die Natur . . . wirkend und lebendig aus dem Ganzen in die Teile strebend darzuthun." Das Wort „wirkend" scheint ganz modern zu sein und man könnte es bei oberflächlichem Lesen so verstehen, dass Goethe dabei an eine Kausalverknüpfung der Erscheinungen gedacht hat. Wie aber aus dem ganzen Satze zu erlesen ist, bedeutet hier das Wort gar keine Wirkung im modernen Sinne, sondern ein Streben, eine fortwährende Veränderlichkeit der Organismen, hat also einen metaphysischen Sinn. Der Sinn jenes Satzes, in nüchternen Worten ausgedrückt, ist also: Unter aller Mannigfaltigkeit in der Erscheinung der Organismenwelt ist eine Gesetzmäßigkeit zu konstatieren.

Es wird ferner für Goethe's Vorahnung des Darwinismus angeführt, dass er von den Eckzähnen des Schweins sagt, dass man künftig nicht mehr fragen wird, wozu dienen sie, sondern woher entspringen sie; dass man nicht mehr behaupten wird, dass dem Stier die Hörner gegeben sind, dass er stöße, sondern man wird untersuchen, wie er Hörner haben könne, um zu stoßen. Auch in diese Sätze wird der Evolutionismus nur künstlich hineingedeutet. Im Zusammenhange mit der angeführten Stelle sagt Goethe, dass ein jedes Tier ein in sich abgeschlossenes Ganzes bildet und dass jedes Organ von sämtlichen anderen abhängig ist; durch jene Beispiele wird dann gesagt, dass man nach der Korrelation der Eckzähne resp. der Hörner mit dem Gesamtkörper jener Tiere fragen soll — oder in der Terminologie Goethe's, man soll künftighin untersuchen, wie die Eckzähne resp. die Hörner der Idee der sie tragenden Tiere entsprechen[3]). Dass diese Deutung richtig ist, folgt auch aus einem anderen ähnlichen Ausspruch Goethe's: „Solche Nützlichkeitslehrer sagen wohl: Der Ochse habe Hörner, um sich damit zu wehren. Nun frage ich aber: Warum hat das Schaf keine? und wenn es welche hat, warum sind sie ihm um die Ohren gewickelt, so dass sie ihm zu nichts dienen? Etwas anderes aber ist es, wenn ich sage: der Ochse wehrt sich mit seinen Hörnern, weil er sie hat[4])." Es ist mir unbegreiflich, wie Kalischer in diesen Worten einen Beweis für Goethe's Darwinismus sehen kann, da doch dadurch nichts anderes gesagt wird, als dass der Zweck nicht das

1) S. 93, Bd. 33.

2) S. 196.

3) In dem Gedichte *Αθροισμος* antwortet Goethe auf die Frage, warum der Löwe keine Hörner hat, dass es das Gleichgewicht verlangt; die Natur hat nicht Masse genug, um zugleich Zähne und Hörner stark auszubilden. Siehe weiter unten S. 555.

4) S. 191, Bd. 2.

Organ bestimmt, sondern umgekehrt — also eben das Gegenteil von dem, was die natürliche Zuchtwahl lehrt.

Man liest in Goethe oft von einer Urpflanze oder von einem Urtier. Es wird dieser Terminus unrichtig als Urvater der Pflanzen oder Tiere gedeutet, wie man aus Goethe's Worten erkennt[1]): „Im Angesicht so vielerlei neuen und erneuten Gebilde fiel mir die alte Grille wieder ein: ob ich nicht unter dieser Schau (der italienischen Gewächse) die Urpflanze entdecken könnte? Eine solche muss es denn doch geben! Woran würde ich sonst erkennen, dass dieses oder jenes Gebilde eine Pflanze sei, wenn sie nicht alle nach einem Muster gebildet wären?"

Dass durch diese Worte nicht die Urpflanze im Sinne der Darwinianer verstanden wird, ist klar; aber auch Virchow[2]) hat diese Stelle missverstanden, wenn er aus derselben herausliest, dass Goethe damals die Urpflanze als thatsächlich irgendwo wachsend, als eine bestimmte Species gesucht hat. Goethe sagt nicht, dass seine Urpflanze irgendwo wachsen muss, sondern dass man sie aus der Form der Pflanzen herauslesen kann; er hat eine unklare Ahnung von dem einheitlichen Bau aller Pflanzen; für diese seine Ahnung sucht er aus der Beobachtung der Pflanzenwelt eine bekannte Form zu abstrahieren; seine Ahnung begründet er mit den Worten, woran würde ich sonst erkennen . . . etc.

Ich fasse das Angeführte zusammen: Goethe war ein Naturphilosoph der Schelling'schen Art, es ist für ihn, wie für diese Philosophie überhaupt der Mangel an klaren Begriffen charakteristisch; er glaubte an die Blutsverwandtschaft der Tiere, aber legte derselben bei weitem nicht die Bedeutung bei, welche sie in dem Evolutionismus hat. Ich habe die Naturphilosophie Goethe's etwas ausführlicher erörtert, weil erstens der Gegenstand sein Interesse hat und zweitens, weil es nötig ist, die Denkart Goethe's zu kennen, wenn wir seine Auffassung der Korrelation der Organe beurteilen wollen; diese soll im Folgenden untersucht werden.

Goethe's Naturphilosophie ist eine Philosophie der Morphologie zu nennen; denn Goethe spekuliert nur über die Gestalt resp. Gestaltung, und nur sehr gelegentlich betrachtet er auch die Funktion der Organe. Zwar ist ihm das Verhältnis der Morphologie und Physiologie nicht klar — selbstverständlich finden wir bei ihm keine Definitionen der einen oder anderen Disziplin — und einige Stellen lassen sich auch so deuten, dass er der Physiologie den Vorrang vor der Morphologie giebt, aber seine Behauptung, dass die Pflanzen Stellen suchen, welche für sie passend sind, dass „die Teile des Tieres, ihre Gestalt untereinander, ihr Verhältnis, ihre besonderen Eigenschaften,

1) S. 264, Bd. 3.
2) l. c., S. 32.

die Lebensweise der Geschöpfe bestimmen[1]) u. ä. a. lassen seinen morphologischen Standpunkt erkennen. Doch wäre es nicht passend, anzunehmen, dass er die Physiologie nur als Anhang der Morphologie betrachtet hat. Obwohl sich seine Ansichten darüber kaum definitiv präcisieren lassen, glaube ich doch, dass er am besten seine Ansicht darüber in folgenden Versen ausgedrückt hat[2]):

> „Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Tieres,
> und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
> mächtig zurück".

Dass dabei unter „Wirkung" nicht die Wirkung in unserem Sinne zu verstehen ist, ist oben schon bemerkt worden.

Den morphologischen Auseinandersetzungen Goethe's liegt der Gedanke zu Grunde, dass die Organismen nach einem einheitlichen Plan gebaut sind, wobei aber ebensowenig wie bei Geoffroy St. Hilaire erklärt wird, was unter der Einheit des Planes zu verstehen ist. Es zeugt für diesen Grundgedanken Goethe's zuerst das Suchen nach der Urpflanze und nach einem einheitlichen Typus aller Tiere; er spricht von einem „allgemeinen Bilde, worin die Gestalten sämtlicher Tiere der Möglichkeit nach enthalten wären . . ." und sucht einen Typus, „an welchem alle Säugetiere nach Uebereinstimmung und Verschiedenheit zu prüfen wären, und wie ich früher die Urpflanze aufgesucht, so trachtete ich nunmehr, das Urtier zu finden, das heißt denn doch zuletzt: den Begriff, die Idee des Tieres[4])." Auch der Begriff der Metamorphose der Pflanze, d. h. der begrifflichen (ideellen) Aehnlichkeit von verschiedenen Blattgebilden ist bei Goethe unter dem Einfluss der Ueberzeugung von der Einheitlichkeit der Pflanzenorgane aufgestellt. Es ist dies klar aus dem Satze Goethe's zu sehen, dass wir ebensogut sagen können[5]), „ein Staubwerkzeug sei ein zusammengezogenes Blumenblatt, als wir von dem Blumenblatte sagen können, es sei ein Staubgefäß im Zustande der Ausdehnung, ein Kelchblatt sei ein zusammengezogenes, einem gewissen Grad der Verfeinerung sich nähern des Stengelblatt, als wir von einem Stengelblatt sagen können, es sei ein durch Zudringen roherer Säfte ausgedehntes Kelchblatt." Auch die Theorie von der Wirbelnatur des Schädels und die Entdeckung des Zwischenkiefers bei dem Menschen (wodurch ein Unterschied zwischen dem Menschen und Tiere aufgehoben wird), ist ein Ausfluss jenes Einheitlichkeitsglaubens.

Von diesem Grundgedanken eines einheitlichen Bauplanes oder, weniger mystisch, einer Aehnlichkeit im Bau der Organismen, ist

1) S. 194, Bd. 33.
2) S. 273, Bd. 33.
3) S. 191, Bd. 33.
4) S. 13, Bd. 33.
5) S. 53, Bd. 33.

Goethe ganz natürlich auf den Gedanken von der Korrelation der Organe gekommen. Denn wenn dem Bau der Tiere ein Plan unterliegt, so ist es nur ein anderer Ausdruck desselben Gedankens, zu sagen, dass zu jedem einzelnen Organ ein bestimmtes anderes gehört, oder dass sich die Organe wechselweise bedingen, was eben der Sinn des Prinzips der Korrelation ist. Es folgt dies aus folgenden Worten Goethe's[1]: „Wir denken uns also das abgeschlossene Tier als eine kleine Welt, die um ihrer selbst willen und durch sich selbst da ist. So ist auch jedes Geschöpf Zweck seiner selbst, und weil alle seine Teile in der unmittelbarsten Wechselwirkung stehen, ein Verhältnis gegen einander haben und dadurch den Kreis des Lebens immer erneuern, so ist auch jedes Tier als physiologisch vollkommen anzusehen."

Bei den geringen Fachkenntnissen Goethe's wird es nicht auffällig sein, dass er den Gedanken von der Korrelation der Formen bei weitem nicht so weit empirisch angewendet (was bei Goethe gleich ist mit durch Beispiele erläutert) hat wie Cuvier. Ungeachtet der allgemeinen Sätze, wie der angeführte ist, hat sich Goethe die Korrelation nur als Massencorrelation vorgestellt, als Korrelation zwischen der Größe verschiedener Organe, nicht zwischen ihrer Form. Er nennt diese Massencorrelation, oder, wie dieselbe Darwin nennt, Kompensation des Wachstums, das Gesetz . . . . „dass keinem Teil etwas zugelegt werden könne, ohne dass einem anderen etwas abgezogen werde und umgekehrt." Als Beispiel dieser Korrelation führt er die Schlange an: „Ihr Körper ist gleichsam unendlich und er kann es deswegen sein, weil er weder Materie noch Kraft auf Hilfsorgane zu verwenden hat. Sobald nun diese in einer anderen Bildung hervortreten, wie z. B. bei der Eidechse, nur kurze Arme oder Füße hervorgebracht werden, so muss die unbedingte Länge sogleich sich zusammenziehen und ein kürzerer Körper stattfinden. Die langen Beine des Frosches nötigen den Körper dieser Kreatur in eine sehr kurze Form und die ungestalte Kröte ist nach ebendiesem Gesetze in die Breite gezogen"[2]. Ich möchte auch seine Auffassung von dem Verhältnis der Morphologie zur Physiologie, wie sie in den oben angeführten Versen enthalten ist, als Korrelation auffassen. Wie durch ein Organ ein anderes bestimmt wird und umgekehrt, so bestimmen in diesem Falle sich die Form und ihre Funktion gegenseitig.

Goethe's Auffassung der Korrelation der Organe war selbstverständlich keine von ihm induktiv gewonnene Erkenntnis, er hat sie auch nicht für etwas prinzipiell neues und wichtiges ausgegeben, da sie ihm aus seinem Gesichtspunkte ganz natürlich zu folgen schien;

1) S. 195, Bd. 33.
2) S. 273, Bd. 33.

er erörtert deshalb dieses Prinzip nur während der Besprechung anderer Fragen. Es ist aus diesem Grunde kaum anzunehmen, dass er bei der Aufstellung seines Prinzips der Korrelation direkt von Cuvier oder Geoffroy St. Hilaire beeinflusst worden ist; auch aus der begrenzten Fassung, welche er diesem Prinzip giebt, kann dies geschlossen werden. Aus den Beispielen, welche ich angeführt habe, tritt aber deutlich hervor, dass er seine Korrelation niemals als Wechsel-wirkung in dem heutigen Sinne nimmt. Das eine Organ wirkt nicht auf das andere, so dass die Folge dessen eine Veränderung seines Volums sei, sondern die Organe haben ein Verhältnis gegen einander, wird von ihm gesagt; wo ein Organ vergrößert wird, dort wird ein anderes entsprechend verkleinert. Dies interessiert ihn, nicht die Ursache (d. h. das Vorhergehende) dieses Gleichgewichtes. Sehr klar hat sich Goethe über das Gleichgewicht der Organe in folgenden Versen ausgedrückt[1]):

Siehst du also dem einen Geschöpf besonderen Vorzug
Irgend gegönnt, so frage nur gleich: wo leidet es etwa
Mangel anderswo? und suche mit forschendem Geiste!
— — — — — — — — — — — — — —
Und daher ist den Löwen gehörnt der ewigen Mutter
ganz unmöglich zu bilden, und böte sie alle Gewalt auf;
denn sie hat nicht Masse genug, die Reihen der Zähne
völlig zu pflanzen und auch Geweih und Hörner zu treiben."

Auch die Spuren des Gedankens von Korrelationen verschiedenen Grades, wie wir dieselben bei Cuvier und Geoffroy gefunden haben, sind bei Goethe zu finden. Nachdem er nämlich das Gleichgewicht der Organe erklärt hatte, weist er darauf hin, dass sich die Form der Organismen auch den äußeren Einflüssen verschiedener elementarer Naturkräfte bis auf einen gewissen Grad fügen muss. Das Wasser schwellt die Körper, und so wird das Fleisch der Fische aufgeschwellt, womit das Zusammenziehen der Extremitäten wieder verbunden ist; die Luft trocknet aus und darum sind die Vögel mehr oder weniger mager. Aber derlei Beziehungen zwischen den Eigenschaften des Wassers und der Luft einerseits und den organischen Körpern andererseits gehen nicht so weit, um den Typus zu vernichten; sie bewegen sich nur innerhalb desselben: dieser Gedanke ist namentlich an der schon oben citierten Stelle deutlich ausgesprochen, wo er die Beständigkeit der Charaktere eines Typus der Veränderlichkeit der untergeordneten Eigenschaften gegenüber „eine Sklaverei, das innere Unvermögen, sich den äußeren Verhältnissen gleichzustellen" nennt. Man muss selbstverständlich Goethe seine naiven Beispiele und seine sehr unklare Ausdrucksweise verzeihen: ich möchte den in den angeführten Worten Goethe's ausgesprochenen Gedanken folgendermaßen formulieren. Zwischen den Organen der Tiere und ihrer Umgebung be-

1) S. 196.

stehen gewisse Beziehungen; wenn die Umgebung eine andere ist, so sind auch die Organe anders gebaut. Doch gehen diese Beziehungen nicht so weit, dass durch dieselben der morphologische Grundplan des Organismus gänzlich verdeckt sei. In der Terminologie der Darwinisten hieße es: die caenogenetischen Eigenschaften verdecken niemals vollständig die ursprünglichen.

In der rein formalistischen oder morphologischen (was doch dasselbe bedeutet) Anwendung des Korrelationsprinzips ist Goethe den französischen Naturforschern Cuvier und Geoffroy St. Hilaire gleichzustellen. Alle drei gehen von dem Grundgedanken aus, dass jedes Tier eine gesetzmäßig gebaute Einheit ist, woraus dann folgt, dass kein Teil dieser Einheit unabhängig von anderen variieren kann, Cuvier hat diese Anschauung am schönsten praktisch ausgeführt, während Geoffroy zwar noch in dem Gebiet der Empirie zu verbleiben sich bemühte, aber doch schon an die metaphysische Seite der Auffassung dieser Einheit durch die unklare Formulierung seiner Ideen heranreicht, und Goethe endlich hat diesen Einheitlichkeitsgedanken in allen seinen biologischen Abhandlungen von verschiedenen Seiten darzustellen versucht, wobei die Empirie ihm nur das Material bot, an welchem er seine Gedanken anschaulich darstellen konnte.

Ch. Darwin.

Darwin ist ein eminent induktiver Geist, welcher sehr wenig auf die logische Seite der Probleme, alles auf die Masse der Thatsachen baut. Ich erinnere mich nicht, irgendwo in seinen Schriften, welche doch auf die Philosophie des 19. Jahrhunderts so großen Einfluss ausgeübt haben, einen Versuch einer scharfen logischen Definition gelesen zu haben, ja, Darwin bemüht sich, jede Definition als etwas der Veränderlichkeit der Thatsachen widersprechendes zu behandeln: er beweist, dass es keine scharf begrenzte Species giebt, dass kein Organ etwas unveränderliches darstelle, dass gar nichts als für sich bestehend betrachtet werden darf, dass es überall Uebergänge giebt. Er fragt ferner nach nichts anderem, als nach dem, woraus die eben untersuchte Erscheinung entstand; für andere Probleme hat er keinen Sinn; darin besteht seine Einseitigkeit.

Die Korrelation der Organe hat Darwin mehreremals erörtert, am ausführlichsten in der Monographie über das Variieren der Tiere etc.[1]), wo ein selbständiges Kapitel der „correlativen Variabilität“ gewidmet ist. Er beruft sich, wie alle, welche über die Korrelation nachgedacht haben, auf den gesetzlichen Zusammenhang, in welchem die Teile des Organismus stehen. Charakteristisch ist für seine empiristische Denkart, dass er seinen Vorgängern gegenüber die Tragweite dieses Einheitlichkeitsgedankens durch die Worte „in gewisser Aus-

1) Bd. II, S. 343 sqq. der deutschen Uebersetzung von V. Carus.

dehnung" beschränkt, und begründet dies dadurch, dass ein Teil ganz unterdrückt oder monströs geworden sein kann, ohne dass irgend ein anderer Teil des Körpers afficiert worden ist. Man sieht schon daraus, dass er das Problem ganz anders aufgefasst hat als seine Vorläufer. Ihm handelt es sich nicht um Relationen, um das Verhältnis der Organe, welches für alle Organe eines Körpers gesetzmäßig ist, wenn man den Körper als eine organische Einheit betrachtet, sondern um Wirkungen, um die in der Zeitfolge vorkommenden Erscheinungen; darum sagt er korrelative Variation anstatt der Korrelation der Formen von Cuvier und lässt sie nur insoferne gelten, als sie sich in den Wirkungen eines Organs auf das andere offenbart; weder bei Cuvier, noch bei Geoffroy, noch bei Goethe bedeutet die Korrelation eine Wirkung eines Organs auf das andere.

Er führt zuerst Beispiele an, welche als Korrelation im weiteren Sinne genannt werden können. Dieser Art sind: der ganze Körper ist für eine bestimmte Lebensweise angepasst, es müssen also auch seine Teile gegeneinander in Bezug auf diese Lebensweise angepasst sein; das erstere ist die Korrelation zwischen dem Bau und der Lebensweise, das zweite die zwischen den Organen in Bezug auf die Lebensweise. In diese zweite Kategorie gehört z. B. der Fall, dass der Bau des Magens und die Beschaffenheit der Zähne in einem bestimmten Zusammenhange sind. Diese Korrelationen können aber als solche nur im übertragenen Sinne betrachtet werden, da derlei Organe nicht im notwendigen ursächlichen Zusammenhange stehen, „denn wir wissen nicht, dass die ursprünglichen oder primären Variationen der verschiedenen Teile in irgend welcher Weise in Beziehung standen" — d. h. der Magen und die Zähne haben nicht ursprünglich in Bezug auf die Lebensweise einander korrelativ angepasst sein müssen, sondern ihre jetzige Form kann durch unabhängige Variation des Magens einerseits, der Zähne andererseits entstanden sein. Im Sinne Cuvier's wäre darauf zu antworten: es ist nebensächlich (d. h. für die Aufstellung der Korrelationsbeziehungen nebensächlich) wie die Korrelation entstanden ist; sie ist da und um ihre Analyse oder Beschreibung handelt es sich.

Ich mache hier auf eine Seite der Betrachtungsart Darwin's aufmerksam. Er weist mit der größten Aufrichtigkeit und Sachkenntnis auf die Korrelationen hin, welche von anderen Autoren (Cuvier, Goethe, Geoffroy) erwähnt worden sind, so dass er scheinbar allen Thatsachen gleich gerecht wird, und dass ihm kein Vorwurf gemacht werden kann, dass er diese oder jene Ansicht unberücksichtigt gelassen hat. Aber die Beachtung der fremden Anschauungen wird von ihm ganz sonderbar praktisch durchgeführt. Nachdem er nämlich die offenbar nicht nach dem Schema der Ursache und Wirkung gebauten Korrelationen (Magen — Zähne u. ä.) angeführt hat, bemüht er sich nicht,

denselben durch seine Theorie gerecht zu werden, sondern übergeht sie mit der Bemerkung, dass dies Korrelationen nur „im gewissen Sinne“ sind und ohne dieselben weiter zu berücksichtigen, führt er ausführlich nur solche Thatsachen an, welche in sein evolutionistisches System passen. Da er die rein formalen Korrelationen ohne jede Diskussion ihrer Berechtigung, ohne sich zu bemühen, in die Bedeutung derselben, in die Art, wie sie Cuvier etwa aufgefasst hat, einzudringen, übergeht, so hätte er sie auch ganz gut vollständig mit Schweigen übergehen können, ohne dass dadurch die nachfolgenden Untersuchungen der „korrelativen Variabilität“ etwas an Klarheit der Auffassung eingebüßt hätten. Die gleichmäßige Berücksichtigung aller Thatsachen ist, wie zu sehen, in diesem Falle (und anderen ähnlichen) nur scheinbar.

Darwin betrachtet also in jenem Kapitel etwas von den Korrelationen der früheren Autoren ganz verschiedenes, nämlich die von ihm sogenannte „korrelative Variation“, welche in der durch eine gemeinsame Ursache hervorgerufenen gleichzeitigen Veränderung mehrerer Teile[1]) eines Organismus besteht. Er unterscheidet folgende Arten der korrelativen Variation:

1. Ein (embryonal) jüngeres Organ bestimmt den Bau eines später erscheinenden.

2. Vergrößert oder verkleinert sich der Körper, so verändert sich nicht nur die Größe, sondern auch die Anzahl gewisser Teile (z. B. der Wirbel).

3. Homologe Teile desselben Tieres variieren oft in derselben Art.

4. Oft ist die Art des Zusammenhanges der variierenden Teile dunkel, d. h. die Ursache desselben unbekannt.

5. Oft ist die Farbe in Korrelation mit innerer Konstitution des Tieres.

Alle diese Fälle haben für Darwin nur Bedeutung, insofern sich die Korrelation in einer Abweichung vom normalen Typus offenbart. Dass auch in der normalen Entwicklung eines Tieres Korrelationen zu konstatieren sind, danach fragt Darwin nicht.

In dem nachfolgenden Kapitel[2]) behandelt Darwin andere „Gesetze der Variation“, welche aber ganz offenbar nur besondere Fälle der korrelativen Veränderungen darstellen. Es sind dies:

1. Die oft beobachtete Verschmelzung homologer Teile (schon von Geoffroy St. Hilaire erkannt).

2. Die Variabilität vielfacher und homologer Teile (von Isidor Geoffroy aufgestellt), wonach, wenn irgend ein Teil oder Organ an demselben Tier vielmals wiederholt wird, es besonders geneigt ist, sowohl an Zahl, als in der Bildung zu variieren.

---

1) Diese Definition habe ich gebildet, um in kurzen Ausdrücken die Ansicht Darwin's zusammenzufassen; leider passt in dieselbe etwas weniger, was Darwin als die einfachste Art der Korrelation nennt, d. h. die sub 1) angeführten Fälle.

2) Kap. 26, S. 366 l. c.

3. Die Kompensation des Wachstums.

4. Mechanischer Druck als Ursache von Modifikationen. Als Beispiel wird angeführt, dass die Form der Nieren bei verschiedenen Vögeln durch die Form des Beckens beeinflusst wird.

5. Relative Stellung der Blüten in Bezug auf die Axe und der Samen im Fruchtknoten als Ursache von Variationen.

Alle diese „Gesetze der Variation" sind bloße empirische Beobachtungen von Veränderungen im Bau der Organismen, welche von anderen strukturellen Eigentümlichkeiten abhängig sind. Es sind dies keine Gesetze, da sie der logisch klaren Formulierung entbehren; keines dieser „Gesetze" (die Kompensation des Wachstums etwa ausgenommen) kann in der Weise wie ein Gesetz formuliert werden, nämlich: „wenn diese und jene Bedingungen erfüllt sind, so tritt Folgendes ein".

Auch an vielen anderen Stellen erwähnt Darwin die Korrelationserscheinungen. So führt er in der Entstehung der Arten[1]) die Korrelation des „Abänderns" an; an einer anderen Stelle[2]) definiert er die korrelative Abänderung, „dass die ganze Organisation während ihrer Entwicklung und ihres Wachstums so unter sich verkettet ist, dass, wenn in irgend einem Teile geringe Abänderungen erfolgen und von der natürlichen Zuchtwahl gehäuft werden, auch andere Teile geändert werden". In demselben Abschnitte[3]) bespricht er auch die Kompensation und Oekonomie des Wachstums. In den späteren Angaben hat Darwin, namentlich infolge der Einwände Nägeli's, den „korrelativen Veränderungen" eine größere Rolle, als er es anfangs gethan hat, zugeschrieben. Er erklärt durch dieselben die Entstehung der offenbar nutzlosen Eigenschaften der Organismen: wir beobachten, sagt er, dass, wenn ein Teil sich verändert, auch andere Teile, wegen kaum bekannter Ursachen, verändert werden. In der „Abstammung des Menschen"[4]) dient als Beispiel der korrelativen Veränderungen die Angabe von Meckel, dass, wenn die Armmuskeln von ihrem eigentlichen Typus abweichen, sie fast immer die Verhältnisse der Muskeln des Beins wiederholen, und so umgekehrt auch die Beinmuskeln. Er reiht hierher auch die sogen. spontanen Variationen, bei welchen die Ursache der Variation unbekannt ist, welche aber von der Konstitution des Organismus abhängen.

Darwin hat also die „Korrelation der Formen", wie sie Cuvier aufgestellt hat, ihrem Inhalte nach zwar gekannt, aber dieselbe ganz schief aufgefasst, er hat dieselbe als Erscheinung betrachtet, welche, wie man heute sagen würde, ursächlich erklärt werden muss. Dafür spricht, dass er erstens nicht von der Korrelation der Formen, sondern den Korrelationen in

1) S. 32.
2) S. 168.
3) S. 171.
4) S. 55.

der Veränderung spricht, dass er ferner die „Ursachen" der Korrelationen zu finden sich bemüht, wie z. B. die Veränderungen im Zufluss der Nahrung, des mechanischen Drucks, Beziehungen zwischen homologen Teilen u. s. w., wobei aber wohl fraglich bleibt, ob er die richtigen Ursachen gefunden hat und namentlich ob diejenigen, welche er annimmt, die Bedeutung der Frage nur annähernd erschöpfen. Endlich hat er dieselbe nur empiristisch behandelt, d. h. ohne das Problem in klaren Begriffen darzustellen, sondern er suchte demselben nur durch eine Masse von Thatsachen, welche nicht ihrem Inhalte nach, sondern nur der Bequemlichkeit wegen in einigen Abschnitten abgehandelt werden.

In einer Hinsicht erinnert Darwin an Goethe und an die deutsche Naturphilosophie, nämlich in der Geringschätzung streng formulierter Begriffe. Goethe hat das Wesen eines klaren Begriffes durch die Metaphysik, Darwin durch die Empirie aufheben wollen.

III. Der Begriff der Korrelation bei einigen neueren Autoren.

Ich habe im vorhergehenden einige Auffassungsweisen des Prinzips von der Korrelation der Organe angeführt, wobei ich nur einige typische Repräsentanten herausgriff, denn zu einer erschöpfenden Darstellung der historischen Seite dieses Problems fehlt es mir wie an Quellen, so an der nötigen Zeit; es würde aber sehr verdienstlich sein, die Schicksale dieses Problems in der Geschichte der Biologie gründlicher zu verfolgen; eine solche Untersuchung würde nicht nur ihren litterarischen Wert haben, sondern sie müsste auch von Einfluss sein auf unser Urteil über die Bedeutung, welche wir diesem Prinzip zuschreiben wollen. Es müsste dann untersucht werden, inwiefern schon Aristoteles unter dem Einfluss des Prinzips der Korrelation — wohl unbewusst — die biologischen Thatsachen behandelt hat, indem er Beobachtungen anführt wie diejenige, dass die Insekten mit 2 Flügeln die Stachel vorne, diejenigen mit 4 Flügeln denselben hinten haben, oder dass alle Tiere, welche höchstens 4 Füße besitzen, Blut, alle diejenigen, welche deren mehr als vier besitzen, Lymphe haben, u. s. w.[1]). Ich bin nicht über die Philosophie von Aristoteles so orientiert, um beurteilen zu können, ob seine Andeutungen der Korrelationsbeziehungen von seiner Philosophie etwa abhängig sind, oder ob er durch die Thatsachen selbst auf diese Art ihrer Zusammenfassung geleitet worden ist.

(Fortsetzung folgt.)

1) Ich habe diese Beispiele der Schrift von E. Perrier „La philosophie zoologique avant Darwin" (S. 3) entnommen. E. Perrier sagt a. a. O., dass Aristoteles nicht fremd demjenigen war, was Cuvier später die Corrélation des formes genannt hat; das ist, glaube ich, nur so zu verstehen, dass Aristoteles dieses Prinzip zwar angewendet hat, ohne aber dasselbe formuliert zu haben.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. September 1901.** **Nr. 18.**

Inhalt: **Ostwald,** Ueber die Erklärung von Naturerscheinungen, insbesondere des Lebens. — **Hescheler,** Ueber die Gattung *Pleurotomaria*. — **Walkhoff,** Der Unterkiefer des Anthropomorphen und des Menschen. — **Rádl,** Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie (Fortsetzung). — **Fischer,** Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Ueber die Erklärung von Naturerscheinungen, insbesondere des Lebens.

Von **Wolfgang Ostwald**, Leipzig.

Im folgenden soll zuerst auf den Begriff des wissenschaftlichen Erklärens einer Naturerscheinung etwas näher eingegangen werden. Es gehört dieser Gegenstand zu denen, welche die Naturforscher und insbesondere die Biologen bisher nur verhältnismäßig wenig betrachtet haben, der indessen, weil prinzipiell, einer der wichtigsten ist. Ferner soll die Möglichkeit einer naturwissenschaftlichen Erklärung des organischen Lebens erwogen werden, sodann aber mit Bejahung dieser Möglichkeit ein Hinweis auf den zu diesem Zwecke einzuschlagenden Weg gegeben werden. Und zwar soll diese Erwägung, was ich ausdrücklich betonen möchte, ohne Zuhilfenahme irgendwelcher Anschauungen und Bilder, etwa wie Atome und Molekel oder spec. Energiden, Plastidule, Bioplasten u. s. w., oder im Geiste irgend einer philosophischen Lehre, sondern auf rein empirischem, unbefangenem Wege geschehen, zum Unterschied zu der Mehrzahl der herrschenden Ansichten über das Wesen des organischen Lebens.

Es steht jedenfalls außer Frage, dass das organische Leben eine Naturerscheinung ist. Es wird darum von Vorteil sein, wenn wir uns zuerst vergegenwärtigen, was wir unter dem Begriff des Erklärens bei Naturerscheinungen überhaupt verstehen.

Ein Begriff ist bekanntermaßen eine Zusammenfassung von Thatsachen (Erscheinungen, Eigenschaften, Thätigkeiten u. s. w.) ähnlicher

Art unter Vernachlässigung beliebiger und beliebig vieler Ungleichheiten zum Zwecke der Ordnung und Uebersichtlichkeit sowie zur Bezeichnung mit einem einzigen Symbol, d. i. Unterscheidungsmerkmal von andern Thatsachengruppen, nämlich einem Namen. Unter dem Begriff des Erklärens würden wir also eine Zusammenfassung von bestimmten ähnlichen Thätigkeiten und zwar geistigen Thätigkeiten unter Vernachlässigung bestimmter Ungleichheiten verstehen. Und zwar sollen sich diese geistigen Thätigkeiten auf Naturerscheinungen beziehen; die Erklärung psychischer Vorgänge wollen wir hier bei Seite lassen[1]).

Es ergiebt sich nun beim ersten Anblick ein Unterschied in Bezug auf den Gegenstand des Erklärens selbst, in Bezug nämlich auf die Art der Naturerscheinungen. Wenn wir wollen, können wir, die Erscheinung des Lebens bei Seite gelassen, die Naturerscheinungen einteilen in Zustände oder Körper, Dinge, und in Geschehnisse. Dabei denke ich bei dem ersten Worte an Körper, z. B. auch an einen Organismus, gesetzt, dass wir von seinen Lebensthätigkeiten abstrahieren oder dass er tot ist, ferner aber auch an eine Gas- oder Wassersäule u. s. w. Nun ist aber diese Unterscheidung bei näherem Hinsehen haltlos, da wir ja bekanntlich nichts absolut Beständiges kennen, mithin auch nicht zwischen Geschehnissen und Nichtgeschehnissen unterscheiden, sondern nur von ersteren sprechen dürfen. Ferner können wir aber auch ein Geschehnis als eine beliebig zahlreiche Reihe von einzelnen Zuständen auffassen, die nach einem Gesetze Abweichungen aufweisen. Wir sehen also, dass Geschehnisse und Zustände nicht scharf voneinander trennbar sind, sondern nur als Endglieder oder Extreme einer Thatsachenkette mit einem besonderen Namen bezeichnet werden. Was für die eine Art von Erscheinungen gilt, wird mithin auch für die andere gelten und wir können im folgenden füglich von Erscheinungen, Naturerscheinungen überhaupt sprechen.

Analysieren wir nun die Naturerscheinungen auf ihre Zusammensetzung, so gelangen wir auf die Eigenschaften. Und zwar bestehen die Naturerscheinungen aus Eigenschaften. Denn wenn wir uns von einer Erscheinung alle Eigenschaften, zuletzt etwa ihre Räumlichkeit und Zeitlichkeit wegzudenken versuchen, so bleibt in der That nichts mehr von ihr übrig. Umgekehrt können wir in unserem Geiste eine Erscheinung erstehen lassen, wenn wir Eigenschaften zusammenfügen, wobei wir indessen über die Zahl[2]) der endgültigen Eigen-

1) Es ist damit noch nicht gesagt, dsss die im folgenden entwickelten Gedanken nicht auch Geltung für die sogen. Erklärung psychischer Vorgänge haben könnten.

2) Welche, wie sich übrigens leicht zeigen lässt, immer gleich unendlich ist.

schaften der Erscheinung keine Macht haben. Also, da die Eigenschaften zum Vorhandensein einer Erscheinung unbedingt nötig, aber auch zureichend, erschöpfend sind, so bestehen die Naturerscheinungen nur aus solchen. Aus diesem Grunde fällt also auch die alte vieldiskutierte Frage nach dem „Ding an sich", weil vollständig unberechtigt, weg.

Statt des Wortes „Eigenschaft" können wir nun ohne weiteres „Einzelempfindung" zum Gegensatz zu der Gesamtempfindung der ganzen Erscheinung sagen. Ferner aber wollen wir zweckmäßigerweise alles das, wovon wir Empfindungen haben, Energien nennen. Ich sage ausdrücklich nicht, das, was wir empfinden, ist Energie, sondern wir wollen es so nennen. Hiermit befinde ich mich keineswegs im Gegensatz zu den Energetikern unter den Physikern und Chemikern, sondern auch diese haben einen gewissen Begriff nur „Energie" genannt. Ueber die Zweckmäßigkeit der Einführung dieses Begriffes habe ich mich hier nicht zu äußern.

Nennen wir nun alles das, was uns Empfindungen verursacht, Energien, so können wir die Naturerscheinungen als Komplexe von Energien definieren. Diese Definition ist ja bekanntlich nicht neu, siehe Wilhelm Ostwald: Zur Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus, Lübeck 1895. Alles, was wir also von Naturerscheinungen aussagen können, können wir nach unsrer Benennung nur von ihren Energien aussagen.

Kehren wir nach diesen Erörterungen, die für das Folgende von Vorteil sind, zu unserem eigentlichen Thema, der Erklärung von Naturerscheinungen zurück.

Greifen wir nun zwei Beispiele heraus, die Erklärung einmal einer Erscheinung erster Art, eines Zustandes, und dann die einer solchen zweiter Art, eines Geschehnisses.

Was verstehen wir also unter der Erklärung eines Zustandes z. B. irgend eines Körpers? Die Erklärung würde einfach die Antwort auf die Frage: Was ist das? sein. Ein Wissender nun würde auf diese Frage einen Namen, d. h. ein Symbol für eine wiederkehrende Empfindung oder besser, für einen Komplex wiederkehrender Empfindungen oder Eigenschaften, Energiemodalitäten nennen. Jemand, der den Gegenstand noch nicht kennt, wird ihn geistig mit andern Gegenstandsbegriffen vergleichen und wird nach und nach gleiche und verschiedene Energiemodalitäten aufzählen, welche der betrachtete Gegenstand im Vergleich mit früher betrachteten besitzt. Je mehr und je genauer er nun Energiemodalitäten aufzählen kann, desto genauer wird ihm der Körper bekannt werden, desto erklärter wird er ihm sein. Wir sehen, Zustände wie z. B. ein Mineral, ein Tier in morphologischer Hinsicht, aber auch eine Maschine, sind uns erklärt, wenn wir ihre Energiemodalitäten kennen. Natürlich ist

dabei unter „ihren Energiemodalitäten“ aus oben erwähnten Gründen immer nur ein gewisser Teil der Energiemodalitäten eines Zustandes gemeint, wie denn auch die Erfahrung lehrt, dass keine Erscheinung vollständig erklärt, erklärt genug ist, als dass sich nicht noch unbekannte Energiemodalitäten an ihr entdecken ließen. — Die Kenntnis also der Energiemodalitäten ist zur Erklärung einer Erscheinung erster Art, eines Zustandes, in der That nötig, aber auch vollständig erschöpfend. Denn da eine Erscheinung, wie wir oben schon gesagt haben, nur in dem Komplex ihrer Eigenschaften oder Energien besteht, so kann sie außer ihren Eigenschaften, ihren Energiemodalitäten, eben nichts Charakteristisches, sie von andern Erscheinungen Unterscheidendes, der Erklärung Bedürftiges, besitzen. Die Erklärung also einer Erscheinung erster Art besteht nur in der Vergleichung und der darauffolgenden Aufzählung ihrer Eigenschaften, d. h. ihrer Energiemodalitäten.

Unter Erklärbarkeit eines Zustandes verstehen wir somit die Möglichkeit der Aufzählung ihrer Energiemodalitäten.

Betrachten wir nun, ebenso induktiv, das, was wir unter Erklärung und Erklärbarkeit bei Erscheinungen zweiter Art, bei Geschehnissen, verstehen. Wann nennen wir ein Geschehnis, etwa eine einfache chemische Reaktion oder einen physikalischen Vorgang wie den freien Fall, erklärt? Wir sagen z. B. dann, wenn sich das Geschehnis in unsere vorhandenen Theorien und Gesetze einfügen lässt. Dieses heißt aber nur, wenn wir erwägen, dass Theorien und Naturgesetze nur Formen ökonomischer Zusammenstellung gleichartiger oder in funktionellem Zusammenhang stehender naturwissenschaftlicher Thatsachen sind[1]), eine Erscheinung zweiter Art, ein Geschehnis, ist uns erklärt, wenn wir seine Eigenschaften oder Energieverhältnisse kennen; denn wissen wir diese, so vermögen wir die Erscheinungen selbst, die Komplexe dieser Energiemodalitäten, mit Leichtigkeit in eben den genannten Zusammenfassungen, den Naturgesetzen und Theorien, an ihren zugehörigen Platz zu bringen. Also besteht auch die Erklärung von Geschehnissen in nichts anderem als in der Aufzählung möglichst vieler und gut bestimmter, d. h. mit anderen, bekannten Energiemodalitäten verglichener, event. gemessener Energieverhältnisse.

Noch auf einem andern, mehr deduktivem Wege können wir zu demselben Resultat gelangen. Gehen wir nämlich von der Erkenntnis aus, dass alle Erscheinungen identisch sind mit den Komplexen ihrer

1) Ich muss mir leider versagen, hier auf die Einzelheiten näher einzugehen. Man findet sie zum großen Teil zerstreut in

Mach: Populär-wissenschaftliche Vorlesungen, in desselben Autors Prinzipien der Wärmelehre; ferner in

Ostwald, Wilhelm: Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Einleitung.

Energien, so sehen wir ein, dass sich die geistige Thätigkeit des Erklärens eines Geschehnisses entsprechend nur auf den Komplex seiner Energieverhältnisse beziehen kann. Nun ist die Frage, was man geistig mit einer Anzahl gleichartiger, gleichberechtigter Dinge, wie es die Energieverhältnisse einer Erscheinung sind, anfangen kann. Die Induktion lehrt uns: Ordnen, zusammenfassen, ihre Aehnlichkeiten zusammenstellen, ihre Charakteristika hervorheben, kurz, das thun, was wir im gewöhnlichen Sprachgebrauch „beschreiben", wissenschaftlich, d. h. ökonomisch, zusammenfassend beschreiben, nennen. Und zwar ist, wie wir schon früher angedeutet haben, eine Erscheinung um so erklärter, je genauer verglichen und je zahlreicher ihre bekannten Energieverhältnisse sind. Wir können also statt „erklären" vollständig berechtigt, d. h. ohne gegen den Sprachgebrauch zu verstoßen, wissenschaftlich beschreiben sagen.

Dabei soll nun keineswegs ein besonderer Wert darauf gelegt werden, dass statt der ersten Bezeichnung für diese gewisse geistige Thätigkeit nun hinfort die zweite gebraucht werden soll. Die Hauptsache besteht ja darin, bewusst zu werden, was naturwissenschaftliche Erklärung eigentlich bedeutet. Wie so manchen naturwissenschaftlichen Begriffen, wie Naturgesetz beispielsweise, so haftet auch dem Begriffe des Erklärens etwas an, was Mach an verschiedenen Stellen sehr treffend als etwas Fetischistisches bezeichnet hat. Ja, diese irrige Auffassung von der Wesensverschiedenheit von Erklärung und wissenschaftlicher Beschreibung hat, wie bekannt, sogar zu der völlig irrigen Spaltung der Naturwissenschaften in beschreibende und erklärende geführt.

Im übrigen ist diese Auffassung des naturwissenschaftlichen Erklärens nicht vollständig neu. Sie liegt z. B. in der vielbesprochenen und viel citierten Aeußerung Kirchhoff's, dass die Aufgabe der Mechanik in einer möglichst genauen und vollständigen Beschreibung der Bewegungen bestände. Auch Mach streift in seinen erkenntnistheoretischen Arbeiten deutlich an diesen Standpunkt. Endlich ist von Avenarius eine vollständige philosophische Erkenntnistheorie (der sogen. Empirokriticismus) entwickelt worden, die sich in der Hauptsache mit den Begriffen „erklären" und „beschreiben" befasst. Avenarius verwirft alles Erklären und will an seiner Stelle nur die Beschreibung haben. Dabei verfällt er in den Irrtum, dass er naturwissenschaftliches Erklären und Beschreiben für zwei wesentlich verschiedene Begriffe hält, während sie ja in der That, wie wir oben gesehen haben, identisch sind.

Gehen wir wieder zurück. Auch bei Geschehnissen besteht also entsprechend die Erklärbarkeit in der Möglichkeit der Aufzählung ihrer Energiemodalitäten.

Fassen wir also zusammen: Alle Erscheinungen, Zustände wie Geschehnisse, werden naturwissenschaftlich erklärt, wenn man ihre Energieverhältnisse möglichst vollständig und genau aufzählt, ev. ordnet.

Kehren wir nun nach diesen ausführlichen Erörterungen zu unserm speziellen Thema, der Erklärung des Lebens, zurück. Wir haben schon oben gesagt, dass das Leben eine Naturerscheinung ist. Wäre es dies nicht, so könnten wir es ja nicht wahrnehmen, sinnlich empfinden. Empfindungen aber haben wir in letzter Linie nur nach unserer Definition von Energien[1]). Wir gelangen also auch so zu dem von vornherein einleuchtenden, scheinbar lächerlich klingenden Satze, dass das Leben nur der Komplex seiner Eigenschaften, seiner Energieverhältnisse ist. Nun müssen wir uns aber zuerst klarlegen, dass wir mit dem Namen „Leben" Verschiedenerlei bezeichnen. Einmal verstehen wir nämlich unter Leben und zwar am häufigsten einen Komplex gewisser Eigenschaften, wie Reizbarkeit, Assimilations- und Fortpflanzungsfähigkeit, spontane Lokomotion u. s. w., dessen Hinzutreten oder Wegfallen von einer Erscheinung erster Art, einem Körper, eben das bewirkt, was wir lebend oder tot nennen. Indessen ist dieser Lebensbegriff erst ein sekundärer, da wir nämlich diese Eigenschaften oder, energetisch gesprochen, diese Fähigkeiten und Arten der Energieausgleichung nicht unmittelbar wahrnehmen, sondern sie erst aus Erscheinungen zweiter Art, aus Geschehnissen, abstrahieren. Mithin müssen wir auch, wenn wir von Erklärung des Lebens sprechen wollen, uns an die Grundlagen desselben, nicht an Abstraktionen derselben, an die Lebensgeschehnisse selbst und nicht an Verallgemeinerungen derselben, wie es solche Begriffe wie Reizbarkeit, Assimilations- und Fortpflanzungsfähigkeit sind, halten. Die Summe nun dieser einzelnen elementaren Lebensgeschehnisse stellt den zweiten, primären Begriff von Naturerscheinungen dar, den wir Leben nennen. An ihn haben wir uns also bei dem Versuch einer Erklärung des Lebens zu wenden.

Nun haben wir oben gesehen, dass alles das, was wir eine Erklärung einer Naturerscheinung nennen, identisch ist mit einem besonders genauen und ausführlichen Aufzählen ihrer Energieverhältnisse. Wollen wir also die Erscheinungen, die Geschehnisse des Lebens naturwissenschaftlich erklären, so können wir dies nur so thun, indem wir möglichst erschöpfend und möglichst genau alle Energieverhältnisse der Lebensgeschehnisse untersuchen, d. h. aufzählen, beschreiben, messen.

Mit dieser Erkenntnis ist aber auch die prinzielle Frage nach der Erklärbarkeit des Lebens beseitigt. Denn in dieser Auffassung ist

1) resp. Energie-Differenzen!

das Leben nur ein äußerst komplizierter Komplex von untereinander in hohem Maße abhängigen Energieverhältnissen, den zu beschreiben zwar bedeutend mühseliger, aber nicht unmöglich ist. Und wir kennen ja schon eine ganze Anzahl von Lebensgeschehnissen, welche früher als solche für unerklärbar gehalten wurden, jetzt aber als physikalische, oder physikalisch-chemische gedeutet werden können. Ich erinnere nur an Kapitel wie Ernährung, Osmose, Tropismen, an Wöhler's Harn- und Emil Fischer's Zuckersynthese u. s. w.

Greifen wir noch einmal zurück und untersuchen wir noch etwas den sekundären Lebensbegriff, den Komplex der sogen. Lebenseigenschaften. Wir finden, dass alle diese Eigenschaften, Fähigkeiten und Art und Weise von Energieausgleichen ausdrücken. Abstrahieren wir also, wie das hier gethan worden ist, vom Lebensträger, dem Organismus, so können wir das Leben auch als einen Komplex gewisser Fähigkeiten zu gewissen Energieausgleichen bezeichnen. Es nimmt dem toten Organismus gegenüber dieselbe Stellung ein wie die Thätigkeit einer Maschine gegenüber den Eisenteilen, aus welchen sie zusammengesetzt ist. Der einzige Unterschied besteht nur darin, dass der Maschine gewöhnlich nur eine oder einige Thätigkeiten zukommen, während der Organismus der Träger, d. h. der Sichtbarmacher einer ganzen Anzahl von Thätigkeiten, Geschehnissen ist. Abstrahieren wir nicht vom Lebensträger, so ist das Leben eine Summe von komplizierten Geschehnissen.

Ein Organismus also ist, um zu wiederholen, eine Naturerscheinung erster Art, ein Körper, welcher unter seinen Energieverhältnissen den besonders zusammenhängenden Komplex besitzt, den wir Leben nennen.

Wie aus dem oben Gesagten schon hervorgeht, ist das Erklärtsein einer Naturerscheinung nie ein definitives oder absolutes. Dies stimmt überdies selbstredend mit der Erfahrung überein, da wir ja beständig und mit Recht von einer besseren und schlechteren Erklärung einer Erscheinung reden. Unterwegs nun, bei einem von Fall zu Fall natürlich verschiedenem Grade der Kenntnis der einzelnen Energieverhältnisse der Erscheinungen tritt öfters die Herstellbarkeit einer Naturerscheinung nach unserem eigenen Willen ein. Indessen ist dies keineswegs nötig. Wir halten z. B. die Planetenbewegung für leidlich erklärt, ohne dass wir sie herstellen können; umgekehrt können wir beispielsweise durch Exstirpation der Schilddrüse merkwürdige Wirkungen auf den Organismus ausüben, ohne dass wir uns diese Erscheinungen bis jetzt erklären können. Es wird wahrscheinlich nie bewiesen werden können, dass die Herstellbarkeit des Lebens unmöglich ist. Ja, wir können, wenn wir wieder an die Harn- und Zuckersynthese denken. Erfolge, die vorher für unmöglich gehalten wurden, sogar einigen Mut in Bezug auf diese Möglichkeit schöpfen. Für die Herstellung ein-

zelner typischer Lebensgeschehnisse will ich bloß die in neuester Zeit von Loeb angestellten und von anderen Autoren geprüften Versuche über künstliche Befruchtung erwähnen.

Aus der Erwägung nun, dass die naturwissenschaftliche Erklärung des Lebens nur in einer sehr genauen und umfassenden Beschreibung der Lebensgeschehnisse und ihrer Energieverhältnisse nach ordnenden und messenden Gesichtspunkten besteht, folgt auch das Programm einer exakten Biologie. Wir hätten dann die einzelnen Lebenseigenschaften oder Geschehnisse als Kapitelüberschriften zu nehmen, unter welche wir die Unsumme einzelner biologischer Thatsachen ordnen und einreihen könnten. Dies wäre ein vollständig berechtigtes, weil viel Klarheit und Ordnung schaffendes System. Wer ein wenig die erkenntnistheoretischen Gedanken von Mach kennt, wird schon wissen, dass dieses Verfahren, das Einordnen unter immer allgemeinere Begriffe, allen Wissenschaften eigentümlich ist. In der botanischen Biologie ist dieser Weg auch schon seit geraumer Zeit mit vollem Bewusstsein eingeschlagen worden. Das Ergebnis sind die großen Pflanzenphysiologien von Sachs und besonders von Pfeffer. In der zoologischen Biologie ist das einzige, allgemeine Biologie nach diesen Gesichtspunkten behandelnde Werk das eben erschienene, schöne, ganz mit den hier entwickelten Ansichten übereinstimmende, kleine Buch von H. Simroth: Abriss der Biologie der Tiere (Sammlung Göschen). Zu einem Teil der allgemeinen, d. h. vergleichenden tierischen Biologie hat auch J. Loeb in seiner „Einführung in die vergleichende Gehirnphysiologie“ einen wertvollen Beitrag geliefert[1]).

Zum Schlusse möchte ich noch auf einen wenn auch nicht gerade wissenschaftlichen Grund hinweisen, demzufolge wir schon nicht ohne weiteres die Frage nach der Erklärbarkeit des Lebens hätten verneinen dürfen. Nachdem von manchen Forschern die Unmöglichkeit der Erklärung des Lebens scheinbar nachgewiesen worden war, so ist doch keineswegs mit dieser scheinbaren Erkenntnis der Ziellosigkeit der biologischen Forschung eine Abnahme biologischer wissenschaftlicher Thätigkeit, sondern ganz im Gegenteil eine bedeutende Zunahme festzustellen. Dies lässt darauf schließen, dass die Biologen trotz der im Augenblicke als zwingend erscheinenden Logik dieser Beweise einen Ausweg immer noch im Geheimen für möglich hielten.

Greifen wir noch einmal zurück, so ist das wesentlichste Ergebnis unserer Ueberlegung, dass die Frage nach der Erklärbarkeit des

1) Derselbe um die allgemeine Biologie so außerordentlich verdiente Autor entwickelt übrigens auch in einer anderen Abhandlung teilweise hierher gehörge und mit den hier vertretenen übereinstimmende Ansichten. Einige Bemerkungen über den Begriff, die Geschichte und Litteratur der allgemeinen Physiologie. Pflüger's Archiv, Bd. 69, 1897.

Lebens unbedingt bejahend zu beantworten ist, dass ferner die Erklärung, wie schon Mach hervorgehoben hat, nur in einer möglichst genauen und umfassenden Beschreibung besteht und dass mithin zu der Erklärung des Lebens schon lange, wenn auch teilweise unbewusst, in reichem Maße beigetragen worden ist. [79]

Ueber die Gattung *Pleurotomaria*.

Von **Dr. Karl Hescheler** in Zürich.

Kaum ein zweiter Tierstamm dürfte sich so wie derjenige der Mollusken für vergleichend-anatomische und phylogenetische Studien geeignet erweisen. Kleinere wie größere Gruppen der Weichtiere bieten dem Forscher Gelegenheit, die schönsten, oft geradezu lückenlosen Formenreihen aufzustellen, an denen sich die allmähliche Veränderung eines Organs (z. B. von Schale, Mantel, Fuss), einer Organgruppe, oft der ganzen Organisation demonstrieren lassen, wobei, was besonders wichtig erscheint, meistens die für die Umgestaltungen in Betracht fallenden biologischen Momente klar zu Tage treten. Auch die Resultate der ontogenetischen und paläontologischen Forschung stehen auf diesem Gebiete durchwegs in bester Harmonie mit der vergleichend-anatomischen Betrachtungsweise. Es kann nicht verwundern, dass gerade ein Zoologe, dem wir für die Kenntnis des Weichtierstammes außerordentlich viel verdanken, nämlich Plate, sich in nachdrücklicher Weise gegen die in jüngster Zeit wider die phylogenetische und vergleichend-anatomische Forschungsmethode erhobenen Vorwürfe gewendet hat[1]). Dank einer großen Anzahl vorzüglicher Arbeiten aus früheren und aus den letzten Jahren gehört die Malakozoologie zu den am besten durchforschten Arealen der zoologischen Wissenschaft. So verschieden im einzelnen die Ansichten und Standpunkte der in Betracht fallenden Autoren sein mögen, lässt sich doch gegenwärtig hier eine weitgehende Uebereinstimmung in den Hauptresultaten konstatieren; es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die neueren größeren Untersuchungen sozusagen alle, wenn sie die Verwandtschaftsverhältnisse der Weichtiere erörtern, diese durch einen Stammbaum zu veranschaulichen suchen. Man braucht kein Freund solcher Stammbäume zu sein, um zugeben zu können, dass gerade auf diesem Gebiete als letztes Resultat und als Zusammenfassung der Detailforschung derartige phylogenetische Spekulationen auf möglichst sicherem Boden stehen, soviel Sicherheit bieten, als überhaupt bei solchen Problemen verlangt werden kann.

Halten wir uns an die eine Klasse der Gastropoden, so zeigt sich, dass die moderne Forschung in der Annahme der einheitlichen Ab-

1) Plate, L. Ein moderner Gegner der Descendenzlehre. Biol. Centralbl., Bd. 21, 1901; Nr. 5 u. 6.

stammung dieser Abteilung einig ist; ebenso herrscht darin Uebereinstimmung, dass die niederen Formen unter den Prosobranchiern, nämlich die Diotocardier, der Urform der Schnecken am nächsten stehen. Von den Vorderkiemern leiten sich durch Vermittlung der beschalten Tectibranchier die Opisthobranchier und die Pulmonaten (*Euthyneura*) ab. Der vor einigen Jahren erbrachte Nachweis des Vorkommens eines chiastoneuren Nervensystems bei einigen primitiven Euthyneuren (*Actaeon*, *Chilina*) darf zu den interessantesten Resultaten zoologischer Forschung gerechnet werden. Einig ist man wiederum darin, dass unter den Mollusken im allgemeinen die Amphineuren am meisten primitive Züge bewahrt haben. Unter Berücksichtigung der Chitonidenanatomie wurde alsdann in den letzten Jahren von den verschiedensten Seiten eine gemeinsame Stammform für die Gastropoden, Scaphopoden und Lamellibranchier aufgestellt, der man den Namen *Prorhipidoglossum* beilegte. Von den Cephalopoden wird allgemein angenommen, dass sie sich sehr frühzeitig von der Entwicklungsrichtung der übrigen Mollusken abgezweigt haben. Das *Prorhipidoglossum* wird übereinstimmend als bilateral-symmetrisches Mollusk mit napfförmiger Schale, etwa von der Gestalt einer *Patella*, geschildert. Es besaß eine Mantelhöhle, die hinten am tiefsten war und hier den vollkommen symmetrisch gelagerten Pallialkomplex barg: median den After, rechts und links daneben die Nierenöffnungen, die wohl auch zur Ausleitung der Geschlechtsprodukte dienten, weiter nach außen rechts und links je eine typische Molluskenkieme, ein Ctenidium, mit zugehörigem Sinnesorgan, Osphradium. Eine oder ein paar Hypobranchialdrüsen waren wohl auch vorhanden. Blieben nun bei der weiteren Entwicklung die Scaphopoden und Lamellibranchier bilateralsymmetrische Tiere, so wurden die Gastropoden asymmetrisch, indem sich bei ihnen Eingeweidesack und Schale in einer meist rechts-, selten linksgewundenen Spirale aufwanden; bei allen Schnecken verlagerte sich auch der ursprünglich hinten gelegene Pallialkomplex nach vorn (Torsionsvorgang). Wie diese beiden Facta, die spiralige Aufwindung und die Torsion miteinander im Zusammenhange stehen, und welches die eigentliche Ursache dieser Vorgänge war, darüber herrscht bis jetzt noch keine Uebereinstimmung der Ansichten. Thatsache ist, dass die niederen Diotocardier in ihren Organisationsverhältnissen einem hypothetischen *Prorhipidoglossum*, bei dem der Pallialkomplex nach vorn verlagert, Schale und Eingeweidesack spiralig gewunden sind, wesentlich entsprechen; bei den höheren wird alsdann wie bei den Monotocardiern und Euthyneuren die eine Hälfte des Pallialkomplexes, die rechte, d. h. die vor der Drehung linke, zurückgebildet. Unter den niederen Diotocardiern sind verschiedene, die, äußerlich wenigstens, bilateralsymmetrisch erscheinen, eine nicht spiralig-gewundene, napfförmige Schale besitzen (Fissurelliden, Patelliden). Man ist einig, dass es sich

hier um sekundäre Ausbildung der bilateralen Symmetrie handelt und dass diese Formen von spiralig gewundenen abzuleiten sind. Die Uebereinstimmung der Ansichten geht noch weiter. Seit längerer Zeit wird die Gattung *Pleurotomaria* unter den heute lebenden Schnecken als diejenige betrachtet, welche der Stammform der Gastropoden am nächsten steht. Von ihr, resp. ihren nächsten Verwandten leiten sich also die übrigen Diotocardier ab. Zu diesem Schlusse gelangte man einerseits in Hinsicht auf das hohe Alter der Gattung, die sich in den ältesten fossilführenden Schichten schon findet, andererseits vor allem auch auf Grund der Schalencharaktere. Die Organisation des äußerst seltenen Tieres blieb aber bis in die jüngste Zeit sozusagen gänzlich unbekannt.

Nach diesen etwas weitschweifigen allgemeineren Bemerkungen komme ich nun auf die Sache, von der hier die Rede sein soll. Heute liegen nämlich Untersuchungen vor, die uns einen vollen Einblick in den Bau der interessanten Tierform gewähren, und man wird es deshalb vielleicht nicht als überflüssig oder unbescheiden ansehen, wenn ich mir erlaube, hier über die Resultate dieser Forschungen zu referieren.

Im Jahre 1898 veröffentlichten E. L. Bouvier und H. Fischer in den Archives de zool. expér. (3) T. 6 unter dem Titel: „Étude monographique des Pleurotomaires actuels“ eine erschöpfende Zusammenfassung alles dessen, was bis dahin über das Genus bekannt war und fügten die Resultate einer anatomischen Untersuchung bei, die sie an einem, allerdings stark lädierten, Exemplar von *Pl. Quoyana* durchführen konnten. Sie mussten sich darauf beschränken, die Radula, Kiefer, Augen, Otocysten und das Nervensystem zu beschreiben. Seitdem sind nun mehrere Exemplare von *Pl. Beyrichii* aus den japanischen Gewässern in die Hände von Zoologen gelangt. So liegt denn heute eine ausführliche Darstellung der gesamten Organisation dieser Species von Martin F. Woodward (Quart. Journ. micr. Sc. Vol. 44, 1901) vor, und fast gleichzeitig publizierten E. L. Bouvier und H. Fischer in den Compt. rend. Ac. Sc. Paris T. 132 Nr. 9 und 13 zwei vorläufige Mitteilungen über die Anatomie der gleichen Art. Wir halten uns hier zunächst an die Darstellung von Woodward und entgehen wohl dem Vorwurf der Ungerechtigkeit gegenüber den früheren Untersuchern, indem wir den Leser auf die citierte Litteratur verweisen.

Die Untersuchung von drei Exemplaren von *Pl. Beyrichii* ergab in den Hauptpunkten folgendes:

Aeußeres. Der Fuß, von großer Ausdehnung, zeigt an seinem Vorderrande eine transversal verlaufende Rinne; seine Seitenflächen sind mit kleinen Papillen besetzt, während auf der durch die zwei Epipodialfalten abgegrenzten Dorsalfläche solche mangeln. Dieses

Epipodium, das bis zum Hinterende des Fußes reicht, ist noch sehr einfach gestaltet und entbehrt jener längeren Tentakel und Anhänge, wie sie bei anderen *Diotocardia rhipidoglossa* oft in sehr reicher Ausbildung auftreten. Die Dorsalfläche des Fußes trägt ein multispirales Operculum, das relativ klein ist und nicht annähernd bei zurückgezogenem Tier die Mündung der Schale verschließen kann. Es soll wohl eher den ausgestreckten Fuß gegen Reibung von seite der aufliegenden Schale schützen. Vermutlich ist es ein, wenigstens bei *Pl. Beyrichii* in Rückbildung begriffenes Organ. Der Kopf mit cylindrischer Schnauze trägt auf der Ventralseite subterminal die Mundöffnung, ferner zwei Tentakel, deren freie Enden Tendenz zur Verästelung zeigen. Zwei kleine Augen liegen auf niedrigen Erhöhungen hinter der Basis der Tentakel und sind vom einfachen Bau offener Augengruben. Der Mantel umgiebt rings den Eingeweidesack, sein freier Rand ist mit Papillen besetzt, die am besten vorn ausgebildet sind, wo die Mantelfalte die geräumige Mantelhöhle schützt. Der dem Schalenschlitz entsprechende Mantelschlitz ist am konservierten Material kaum wahrzunehmen.

Höchstes Interesse bietet die Beschreibung des Pallialkomplexes. Wir treffen an: einmal zwei zweizeilig gefiederte Ctenidien, vom Bau derjenigen der *Rhipidoglossa zygobranchia*, symmetrisch gelagert, aber von ungleicher Größe, nämlich das auf der linken Seite gelegene sehr viel größer (very much larger) als das auf der rechten Seite. Die Kiemen sind, wie der Pallialkomplex im allgemeinen, an der Mantelfalte d. h. an der Decke der Mantelhöhle befestigt, ihr Vorderende ragt frei in die Mantelhöhle vor. In dem nach unten gerichteten, freien Rande der Kiemenaxe verläuft das zuführende, im entgegengesetzten, festgewachsenen das abführende Kiemengefäß. Ohne auf weiteres einzugehen, sei noch erwähnt, dass Stützstäbe, die in den Kiemenblättchen vorkommen, weniger an ähnliche Gebilde bei Lamellibranchiern als eher an solche bei Cephalopoden erinnern. Als Osphradium wird ein Streifen verdickten Epithels am ventralen äußeren Rande der freien Partie der Kieme gedeutet, ein entsprechendes Verhalten wie bei *Haliotis*. Die Hypobranchialdrüsen sind sehr stark entwickelt und nehmen die ganze Fläche der Mantelfalte zwischen den beiden Kiemen ein; sie sind nur unvollständig getrennt und zeigen eine Struktur ähnlich wie das Adernetz eines Blattes; doch, so heißt es ausdrücklich, zeigt die mikroskopische Untersuchung, dass es sich um eine echte Schleimdrüse handelt. Diese Bemerkung wird mit Rücksicht darauf, dass die vorderen Spitzen der Hypobranchialdrüsen einst für die Nierenöffnungen gehalten wurden, gegeben; wir heben sie aber hier aus einem andern, später zu besprechenden Grunde hervor. Zwei accessorische Drüsen finden sich hinter den hypobranchialen

an der Basis jeder Kieme, die linke weitaus größer als die rechte in Uebereinstimmung mit der allgemeinen Asymmetrie der Pallialorgane. Das Rektum liegt nicht ganz median, sondern ist etwas nach rechts verschoben. Zwei Nieren sind vorhanden, different in Struktur und Funktion; die linke, im oberen linken Winkel der Mantelhöhle, öffnet sich mit schlitzförmiger Mündung neben dem Rektum, sie ist als Papillarsack ausgebildet und besitzt allein eine Verbindung mit dem Pericard gerade wie bei *Haliotis* und *Trochus*. Die rechte Niere, sehr groß und von kompliziertem Bau, ist das Hauptexkretionsorgan und dient zugleich zur Ausleitung der Geschlechtsprodukte. Sie erstreckt sich sehr weit in den Körper hinein und öffnet sich durch einen drüsigen, verlängerten Ausführungsgang in die Mantelhöhle. Die Wandung der rechten Niere wird von venösem Blute durchströmt, während die linke vermutlich Blut aus dem Vorhof des Herzens erhält. Wir sehen also im ganzen den typischen Pallialkomplex eines primitiven Diotocardiers aus der Abteilung der *Rhipidoglossa zygobranchia* vor uns: in der Mitte der After, rechts und links daneben die Nierenöffnungen, rechts und links weiter außen die Ctenidien mit den zugehörigen Osphradien, schließlich die Hypobranchialdrüsen. Wir wollen vor allem noch die deutlich ausgesprochene Asymmetrie des ganzen Komplexes beachten, die rechte Hälfte ist gegenüber der linken wesentlich reduziert.

Geschlechtsorgane. Von den drei Exemplaren waren zwei Weibchen, eines ein Männchen. Die Gonade liegt wie bei anderen Prosobranchiern dorsal von der Verdauungsdrüse und erstreckt sich in die Windungen des Eingeweidesackes hinein. Die Geschlechtsprodukte werden vermutlich in reduzierte Coelomräume entleert, die sich schließlich zu einem Gange vereinigen, der in die distale Partie der rechten Niere führt. Beim Männchen findet sich keine weitere Komplikation des Geschlechtsapparates, beim Weibchen dagegen modifiziert sich der Endabschnitt des rechten Ureters dadurch, dass er stark drüsige Wände erhält und so zu einem richtigen Ovidukt wird. In diesem Punkt erhebt sich *Pleurotomaria* auf eine höhere Differenzierungsstufe als manche Rhipidoglossen und nähert sich den Trochiden. Es ist dies wiederum ein Beispiel dafür, dass recht primitive Formen keineswegs in der ganzen Organisation ursprüngliche Charaktere zu zeigen brauchen; um nur an eines zu erinnern, steht *Actaeon*, diese höchst interessante, prosobranchierähnliche Uebergangsform unter den Tectibranchiern gerade auch in Bezug auf die Geschlechtsorgane auf einer höheren Organisationsstufe als die meisten anderen näheren Verwandten.

Darmkanal. Kiefer ganz schwach entwickelt. Die Speicheldrüsen bilden eine kompakte Masse, ihre Ausführungsgänge münden über dem Zungenapparat. Die komplizierte Buccalmuskulatur setzt

sich wie gewöhnlich aus solchen Muskeln, die die ganze Buccalmasse und solchen, welche speziell den Zungenapparat bewegen, zusammen; letztere zeigen in ihrer Anordnung große Uebereinstimmung mit der bei *Patella*. Der Anfangsteil des Oesophagus ist zu einem Kropf erweitert, dessen Inneres mit Papillen bedeckt erscheint; zwei Oesophagealtaschen mit Faltenbildungen treten auf; das Ganze zeigt eine Drehung um die Längsaxe von rechts nach links, der Fixpunkt liegt dabei vorn; alles Verhältnisse, die durchaus übereinstimmen mit denen anderer Diotocardier, bei welchen diese Teile in letzter Zeit sehr genau untersucht wurden (Amaudrut)[1]). Im weiteren heben wir nur noch das Vorkommen eines stark entwickelten Spiralcoecums am Magen hervor, auch wieder eine Bildung, die bei den Diotocardiern weit verbreitet ist und auf deren größere Bedeutung speziell mit Rücksicht des Bestehens eines gleichartigen Coecums bei Cephalopoden hingewiesen wird.

Blutgefäßsystem. Das Herz, in einem geräumigen Pericard eingeschlossen, ist typisch zygobranch, mit Ventrikel, der vom Rektum durchbohrt wird und zwei Vorhöfen. Hinten entspringt von der Herzkammer eine gemeinsame Aorta, die sich bald in eine vordere und hintere Arterie teilt. Venensystem größtenteils lacunär. Ein Coelom ist nur durch die Pericardial-, Renal- und Genitalhöhlen repräsentiert.

Das Nervensystem bietet wiederum ganz besonderes Interesse. (Es ist nicht zu vergessen, dass Bouvier und Fischer schon früher eine ziemlich ausführliche Darstellung des Nervensystems von *Pl. Quoyana* gaben.) Was es vor allem auszeichnet, ist der Mangel an distinkten Ganglien. Die Stellen, wo sich bei den anderen Gastropoden spezifische Ganglien konzentriert haben, sind größtenteils nur durch stärkere Anhäufung von Ganglienzellen angedeutet und äußerlich an ihrer orangeroten Färbung kenntlich. Die Cerebralcentren stellen ein Band dar, an dem sich die verbindende Kommissur, die durchaus gangliös ist, nur durch die geringere Breite erkennen lässt. Die für die Diotocardier charakteristische Labialkommissur fehlt nicht, und mit ihr entspringen die Buccalnerven, die zu zwei stark verlängerten, miteinander durch eine Kommissur verbundenen Buccalganglien ziehen. Cerebropedal- und Cerebropleuralkonnektive sind mit Ganglienzellen besetzt, beide ziehen getrennt zu den großen im Fuße gelegenen markhaltigen Nervenstämmen, die als Pleuropedalstränge bezeichnet werden und die, wie von den Diotocardiern bekannt, durch zahlreiche Querkommissuren verbunden sind. Eine Rinne zeigt äußerlich die Trennung des pleuralen und pedalen Teiles dieser ventralen Markstämme. Die verbindenden Kommissuren gehen von beiden Partien, der pleuralen wie der pedalen ab, vermutlich ebenso die übrigen von diesen Strängen

1) Amaudrut, A. La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques gastéropodes. Ann. scienc. nat., Zool. (8). T. 7. 1898.

abtretenden Nerven. Von besonderer Wichtigkeit ist das Verhalten der Pleurovisceralkonnektive (Visceralkommissur), welche die Chiastoneurie aufs allerdeutlichste zeigen; sie entspringen (da ja distinkte Pleuralganglien fehlen) von den Pleuropedalkonnektiven; der supraintestinale Ast geht mehr dem Cerebralcentrum genähert vom rechten Konnektiv, der subintestinale Ast mehr dem Pedalstrang genähert vom linken Konnektiv ab. Besondere Supra- und Subintestinal-, sowie ein Visceral-(Abdominal-)ganglion fehlen; dagegen sind die Pleurovisceralkonnektive bis zur Abgangszelle der Kiemennerven mit Nervenzellen besetzt, und wo sie von den Cerebropleuropedalkonnektiven abgehen, zeigen diese letzteren eine stärkere Anhäufung von Ganglienzellen, so dass man hierin eine Andeutung von Pleuralganglien erblicken darf. Im Verlaufe der Kiemennerven, in der Nähe der Ctenidien, tritt jederseits ein sehr stark entwickeltes Branchialganglion auf. Ein großer, von den Pleuropedalkonnektiven entspringender Mantelnerv war nicht aufzufinden, wohl treten aber von dort mehrere kleinere Nerven ab, die hauptsächlich die Seitenteile des Kopfes innervieren.

Von den Sinnesorganen werden außer den Augen und Osphradien noch die Otocysten erwähnt, die viele kleine Otoconien enthalten.

Eine eingehende Beschreibung wird der Radula gewidmet unter Vergleich der früheren Angaben von Dall und Bouvier und Fischer. Es ergiebt sich, dass diese Radula, obwohl sie äußerst kompliziert gebaut ist, doch die primitivste unter den Rhipidoglossen und den Gastropoden überhaupt vorstellt, speziell infolge des Mangels scharf geschiedener Regionen in den transversalen Reihen der Zähne.

In der Diskussion der Befunde am Nervensystem hebt Woodward nochmals hervor, dass sich bei den anderen Gastropoden die Pleuralcentren offenbar da konzentriert haben, wo bei *Pleurotomaria* die Visceralkommissur abgeht. Dies scheint ihm von Wichtigkeit für die Ableitung der Monotocardier, indem *Pl.* für diese wie für die übrigen Diotocardier den Ausgangspunkt bildet, und sich offenbar bei den Monotocardiern die Pleuralganglien gegen die cerebralen, bei den Diotocardiern gegen die pedalen verschoben. Zu der immer noch strittigen Frage der Auffassung der Monotocardierniere nimmt Verfasser Stellung im Sinne Perrier's, indem er in der Monotocardierniere das Verschmelzungsprodukt der beiden Diotocardiernieren erblickt.

Vergleichen wir nun sofort die Resultate der neuesten Untersuchungen Bouvier's und Fischer's an demselben Objekte (1 Expl. von *Pl. Beyrichii*), die allerdings erst in der Form vorläufiger Mitteilungen vorliegen und sich noch nicht über alle Organe ergehen, so lässt sich im großen und ganzen eine erfreuliche Uebereinstimmung konstatieren. Der Mangel eines Epipodiums und Mantelschlitzes, der erwähnt wird, dürfte wohl auf die starke Kontraktion bei der Fixierung des Tieres zurückzuführen sein. Auch diese Autoren konstatieren, was

besonders betont werden soll, an den Kiemen trotz ihrer symmetrischen Lage eine Verschiedenheit der Größe. Nach ihnen sind diese Ctenidien jedoch für die Atmung unzureichend; sie nehmen nur die vordere Partie der Mantelhöhle ein. *Pleurotomaria* verhält sich hierin primitiv; bei den übrigen Diotocardiern haben sich die Kiemen sekundär bis an den Grund der Mantelhöhle verlängert. Dafür tritt nun bei *Pleurotomaria* ein auxiliäres Respirationsorgan auf, das ganz den Eindruck einer Lunge von *Helix* z. B. erweckt. Ein Vergleich mit den Angaben Woodward's zeigt ohne weiteres, dass es sich um das von letzterem als Hypobranchialdrüse beschriebene Gebilde handelt. In der That ist diese Region nach Bouvier und Fischer z. T. auch drüsig und kann so einerseits die Hypobranchialdrüse der aquatilen, andererseits die Lunge der terrestrischen Prosobranchier aus sich hervorgehen lassen. Die Beschreibung von Darmkanal und Nervensystem stimmt wesentlich mit derjenigen Woodward's überein, namentlich wird auch das Fehlen distinkter Ganglien betont.

Das Gesamtbild der Organisationsverhältnisse von *Pleurotomaria* zeigt uns also, dass es sich um einen Diotocardier aus der Gruppe der zygobranchen oder zweikiemigen Rhipidoglossen handelt, aber um eine Form, die jedenfalls sehr viele primitive Züge aufweist, so viele wie kein anderer Vertreter unter den näheren Verwandten, ferner einige Merkmale von ganz einzig dastehendem ursprünglichem Charakter. Dieses Resultat muss den vergleichenden Anatomen mit großer Befriedigung erfüllen. Schon längst hat er auf Grund des hohen Alters, der Schalenverhältnisse und des wenigen, was sonst über die äußere Organisation des Tieres bekannt war, diesem einen Platz an der Wurzel des Gastropodenstammes angewiesen und geschlossen, dass die innere Organisation eine entsprechende sein werde. Würde man ihm die Aufgabe gestellt haben, ein Modell zur Erläuterung der noch unbekannten Anatomie von *Pleurotomaria* zu konstruieren, so würde dieses Bild sicherlich den nun konstatierten thatsächlichen Verhältnissen in allen wesentlichen Punkten entsprechend gewesen sein. Das befriedigende Gefühl, das diese neuen Untersuchungen hervorrufen, lässt sich wohl vergleichen mit jenem, das den Chemiker erfasst, wenn er ein neuentdecktes Element glatt und sauber in eine Lücke des periodischen Systems einreihen kann. Allen denjenigen, welche der phylogenetischen und vergleichend-anatomischen Forschung noch nicht jede Berechtigung absprechen, werden die Ergebnisse dieser *Pleurotomaria*-Untersuchungen sicherlich große Freude bereiten.

Wir möchten noch ganz besonders auf die höchst interessanten Verhältnisse des Pallialkomplexes hinweisen. Trotzdem die Kiemen symmetrisch gelagert sind, ist die linke wesentlich größer als die rechte und auch andere Teile des Komplexes sind in ähnlichem Sinne beeinflusst. Diese Thatsache ist von höchster Bedeutung einmal für die

Beurteilung der Verwandtschaftsbeziehungen der Rhipidoglossen, andererseits für die Frage nach der Ursache der Entstehung der Torsion und Asymmetrie bei den Gastropoden. Was das erste anbetrifft, zeigt sich, dass die Verwandtschaftsverhältnisse ganz richtig aufgefasst worden sind, namentlich darin, dass man die Fissurelliden als eine von der direkten Entwicklungsrichtung abgezweigte Gruppe ansah, bei der sekundär wieder vollkommen symmetrische, abgerollte, napfförmige Schalen auftraten und damit im Zusammenhang auch eine vollkommene Symmetrie des Pallialkomplexes, insbesondere zwei vollkommen gleich große Ctenidien sekundär erworben wurden. Es sei an dieser Stelle gleich auf die Wichtigkeit der kürzlich publizierten Angaben von Pelseneer[1]) über *Scissurella*, einer zu den Pleurotomariiden gerechneten Form, hingewiesen. Bei dieser *Scissurella*, die schon bedeutend höher differenziert erscheint als *Pleurotomaria*, ist auch die Asymmetrie des Pallialkomplexes viel stärker ausgesprochen. Die beiden Ctenidien sind nicht mehr symmetrisch gelagert, das linke viel größer als das rechte und dieses letztere auch nur noch einzeilig gefiedert. So ist jetzt die Serie, die uns die Hauptetappen der Entwicklung der Gastropoden demonstriert, fast lückenlos: Ausgangspunkt das hypothetische *Prorhipidoglossum*, vollkommen symmetrisch, mit ungedrehtem, hinterständigem Mantelkomplex, mit zwei gleich großen, symmetrisch gelagerten Ctenidien. Es erfolgt die Torsion, das Nervensystem wird chiastoneur, die Mantelhöhle, vorn am tiefsten, birgt hier die Pallialorgane: hierher alle lebenden Gastropoden. Ursprünglichste Form darunter *Pleurotomaria* mit zwei symmetrisch gelagerten, aber nicht mehr gleich großen Ctenidien, das ursprünglich linke, nach der Drehung rechte, schon etwas zurückgebildet. Diese Asymmetrie des Pallialkomplexes, d. h. die Rückbildung der nach der Torsion rechten Hälfte prägt sich stärker aus bei *Scissurella*, sie führt schließlich zu weiterer und vollkommener Reduktion dieser rechten Hälfte bei den azygobranchen Diotocardiern (Trochiden etc.), den Monotocardiern und Euthyneuren. Andererseits kommt bei gewissen sich abzweigenden Gruppen die Tendenz zum Ausdruck, Schale und Eingeweidesack abzurollen und abzuflachen und den Pallialkomplex, der vorderständig bleibt, wieder symmetrisch auszugestalten; diese Tendenz ist schon bei *Haliotis* ausgesprochen, sie erreicht das Endziel bei den Fissurelliden. Die Docoglossen (Patelliden etc.) demonstrieren dieselbe Tendenz, aber sie sind in manchen Organisationsverhältnissen so abweichend von den Rhipidoglossen und in vielem trotzdem so primitiv, dass sie sich jedenfalls sehr frühzeitig von der gedrehten Stammform der Schnecken abgezweigt

1) Pelseneer, P. Recherches morphologiques et phylogénétiques sur les Mollusques archaïques. Mém. Ac. Roy. Belg. T. 57. 1899.

haben. Nota bene, diese Anschauungen über die Entwicklung der Gastropoden bestehen schon länger[1]), länger jedenfalls als die Kenntnis der Anatomie von *Pleurotomaria*, aber diese letztere hat ihnen nun soviel Befestigung und Stütze gegeben, dass an der Richtigkeit der Auffassung nicht mehr gezweifelt werden kann.

Zweitens: Die bei *Pleurotomaria* bereits ausgesprochene Asymmetrie des Pallialkomplexes ist eine Thatsache, mit der von nun an die Versuche einer Erklärung der Ursache und der Art und Weise der Entstehung der Asymmetrie der Gastropoden zu rechnen haben. Wir wollen hier eine Diskussion der verschiedenen Ansichten vermeiden. Für mich ist immer noch die von Lang[2]) gegebene Erklärung die einfachste und den Thatsachen am besten entsprechende. Diese Erklärung, deren Kenntnis ich hier voraussetzen muss, nimmt an, dass die Wanderung des Pallialkomplexes nach vorn und die Aufrollung von Schale und Eingeweidesack in einer Schraubenspirale gleichzeitig erfolgten und dass beide Prozesse in direktem und ursächlichem Zusammenhange stehen. Ueber die Ursache der speziellen Asymmetrie des Pallialkomplexes der meisten Gastropoden giebt die Lang'sche Erklärung einen sehr plausibeln Aufschluss. Ich citiere wörtlich p. 359: „Schon beim ersten Anfang der Ausbildung der Gastropodenorganisation gerieten die ursprünglich linksseitigen Organe des Pallialkomplexes in ungünstige Verhältnisse. In der linksseitig eingeengten Mantelhöhle musste vornehmlich das Ctenidium kleiner, rudimentär werden, und es konnte ganz verschwinden." . . . . „Wenn aber die ursprünglich linke Kieme nicht ganz verschwunden, sondern nur kleiner geworden ist, so müssen wir erwarten, dass bei denjenigen Diotocardiern, die noch zwei Kiemen besitzen, die ursprünglich linke (d. h. die nunmehrige rechte) die kleinere sei. Dies muss wenigstens für die ursprünglicheren Formen mit noch gewundener Schale gelten." Was wir zeigen wollten, springt jedem in die Augen: die Ergebnisse der *Pleurotomaria*-Untersuchung passen sich dem Lang'schen Erklärungsversuche glatt und sauber an. Eine linksgewundene *Pleurotomaria* würde sicher das linke, d. h. ursprünglich rechte Ctenidium rückgebildet zeigen. Freilich soll nun damit in keiner Weise behauptet werden, dass andere Erklärungsversuche, und zwar auch solche, die von dem Standpunkte ausgehen, es habe sich die Aufrollung von Schale und Eingeweidesack in einer Schraubenfläche erst nach vollzogener Torsion des Mantelkomplexes nach vorn abgespielt, sich zunächst mit dieser Asymmetrie des Komplexes bei *Pleurotomaria* nicht ebenso gut abfinden können. Es wurde obiges nur angeführt,

1) Vergl. z. B. Pelseneer, Moll. arch., p. 74 ff.

2) Lang, A. Versuch einer Erklärung der Asymmetrie der Gastropoden. Vierteljahrsschr. natf. Ges. Zürich. Jahrg. 36. 1891.

weil ich an einem anderen Orte [1]) auf die Schwierigkeit hingewiesen habe, die für einen Teil des Lang'schen Erklärungsversuches bestände, wenn *Pleurotomaria*, wie etwa aus früheren kurzen Angaben zu entnehmen war, zwei symmetrische und vollkommen gleich große Ctenidien besitzen würde.

Als Resultat von allgemeinerem Interesse heben wir nochmals hervor: es beweist die Anatomie von *Pleurotomaria*, dass ein noch so primitiver Typus nicht in allen Punkten der Organisation gleich ursprünglich zu sein braucht, dass er sich vielmehr in diesem oder jenem System (hier im Geschlechtsapparat) auf eine bedeutend höhere Differenzierungsstufe zu erheben vermag. *Pleurotomaria* demonstriert ferner aufs deutlichste, dass die Paläontologie eben recht oft nur unzureichenden Aufschluss bieten kann. In unserem Falle ist die typische Gastropodenorganisation schon bei Formen nachzuweisen, die den ältesten Schichten, welche überhaupt noch Petrefakten liefern, angehören.

Zum Schlusse wollen wir noch auf einige spezielle Punkte eintreten:

Hypobranchialdrüse. Sollten Bouvier und Fischer mit ihrer Ansicht, dass diese Region des Mantels bei *Pleurotomaria* thatsächlich als Lunge funktioniert, Recht haben, so wird man sich kaum ihrer weiteren Folgerung anschließen können, es werde damit das Vorkommen von Lungenatmung bei Prosobranchiern allgemein vorgebildet und solche terrestrische Formen seien von hier aus abzuleiten. Uebergang zur Lungenatmung fand in den verschiedensten Gruppen der Gastropoden für sich und unabhängig von den anderen Fällen statt. Pelseneer [1]) hat vor einigen Jahren gezeigt, wie bei diesen so wenig unter sich verwandten Formen der terrestrischen Prosobranchier, jedesmal beim Uebergang zum Landleben unter Rückbildung der wichtigsten Teile des Pallialkomplexes (Ctenidium, Osphradium, Hypobranchialdrüse) allmählich ein Lungennetz entwickelt, in jedem einzelnen Falle also speziell erworben wurde. Das Verhalten von *Pleurotomaria* ließe sich offenbar auch nur als Spezialfall auffassen, bei dem natürlich ganz andere beeinflussende Faktoren als bei jenen Landformen mitspielten.

Nervensystem. Der Vergleich des Nervensystems der Diotocardier mit demjenigen der Amphineuren bildet ein Kapitel der Molluskenmorphologie, dessen Inhalt durch zahlreiche, sich Jahre hindurchziehende Diskussionen gekennzeichnet wird. Boten die Fußstränge in beiden Abteilungen ein übereinstimmendes Bild, so war man dagegen sehr wenig darüber einig, was aus den Lateralsträngen der Amphineuren

1) Lang, A. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 2. Aufl. Mollusca. 1900. p. 249.

2) Pelseneer, P. Prosobranches aëriens et Pulmonés branchifères. Arch. de Biol. Tome 14. 1895.

bei den Gastropoden wird. Heute stimmt die überwiegende Mehrzahl der Forscher darin überein, dass diese Lateralstränge durch die gekreuzten Pleurovisceralkonnektive und den pleuralen Teil des Nervensystems der Gastropoden gegeben sind. Eine Anzahl von Forschern, französische vor allem, hält nun aber daran fest, dass dieser pleurale Anteil bei den Schnecken nicht nur durch die Pleuralganglien und die von ihnen abgehenden Nerven, sondern auch noch durch eine Partie der für die anderen Autoren einheitlichen Fußstränge repräsentiert werde. Vor kurzem hat Plate[1]) in eingehender Weise diese alte Streitfrage beleuchtet, zu derselben in dem Sinne Stellung genommen, dass die Einheitlichkeit der Pedalstränge der Gastropoden festzuhalten sei, und zugleich ein Bild gegeben, wie man sich die Umwandlung der Lateralstränge in die entsprechenden Abschnitte des Schneckennervensystems vorzustellen hat. Man wird sich seinen überzeugenden Ausführungen, auf die einfach verwiesen sei, ohne weiteres anschließen können. Für Bouvier und Fischer war nun gerade das Verhalten von *Pleurotomaria* eine neue Stütze ihrer abweichenden Ansichten, insofern hier eine Trennung des pleuralen und pedalen Abschnittes an den Fußsträngen durch die äußere Furche sehr deutlich zum Ausdruck kommt und die Cerebropleuropedal- und Cerebropedalkonnektive direkt in die entsprechenden Abschnitte der Fußstränge übergehen; dazu gesellt sich noch der Mangel gesonderter Pleuralganglien. Wie aus dem oben gegebenen Referat ersichtlich, steht Woodward auf ähnlichem Boden, da er auch von „pleuro-pedal cords" spricht; es ist jedoch nicht festzustellen, ob er auch der Bouvier'schen Ansicht huldigt, dass die Lateralstränge der Amphineuren unter Verkürzung der Lateropedalkonnektive mit den Pedalsträngen verschmolzen seien. Jedenfalls hebt er gegen Bouvier und Fischer hervor, dass offenbar die Pleuralganglien der andern Diotocardier sich da ausgebildet haben, wo bei *Pleurotomaria* die Pleurovisceralkonnektive abgehen. Den Gründen, die Plate gegen die Annahme einer Verschmelzung von Lateral- und Pedalsträngen ins Feld geführt hat, kann man vielleicht noch folgende beifügen, die der Woodward'schen Untersuchung zu entnehmen sind: Die Furche, welche an den Fußsträngen pleurale und pedale Teile scheiden soll, ist rein äußerlich, im Innern sind beide Partieen nicht scharf getrennt. Die Querkommissuren zwischen den beiden Fußsträngen gehen sowohl von der pedalen, wie auch von der sogen. pleuralen Partie aus. Wie soll man sich vorstellen, dass solche Querkommissuren zwischen den pleuralen Abschnitten entstanden, da doch die Lateralstränge niemals kommissuriert sind. So scheint denn auch das Verhalten von *Pleurotomaria* die Auffassung von der Einheitlichkeit der Fußstränge der Diotocardier nicht zu gefährden.

1) Plate, L. Die Anatomie und Phylogenie der Chitonen. Teil C (Fauna Chilensis Bd. II). 1901.

Plate wird wohl, man kann davon überzeugt sein, auf Grund der neuen Untersuchungen das Nervensystem von *Pleurotomaria* mit Bezug auf den Mangel an lokalisierten Ganglien als primitiv ansehen. In seinen angezogenen Ausführungen war er nicht dieser Meinung, sondern hob gegen Bouvier, der das Fehlen besonderer Pleuralganglien betont hatte, hervor, dass sich die Form in dieser Beziehung nicht primitiv verhalte, da offenbar schon dem *Prorhipidoglossum* distinkte Pleuralganglien zugekommen sein müssen, weil die Scarphopoden und Lamellibranchier solche besitzen. Das scheint nicht überzeugend, denn mit gleichem Rechte müsste man wohl dem *Prorhipidoglossum* auch schon lokalisierte Pedalganglien zuschreiben. Noch in einem anderen speziellen Punkte wird man Plate nicht ohne weiteres zustimmen können, wenn er nämlich glaubt, dass die gangliösen Mantelnerven gewisser Docoglossen (*Lottia*) nicht direkt von den Lateralsträngen der Amphineuren abzuleiten seien. Der Einwand, der gegen diese letztere, von Haller[1]) vertretene Ansicht erhoben wird, nämlich, dass diese Mantelnerven in dem Falle ungleich lang und gekreuzt werden müssen, trifft kaum zu. Die Mantelfalte wanderte doch bei dem Torsionsvorgang nicht mit[2]); wenn nun diese Mantelnerven kein Organ innervieren, das die Drehung mitgemacht hat, und aus der Beschreibung der Innervationsgebiete durch Haller geht dies hervor, bleiben sie ebensogut symmetrisch wie der Mantel selbst. Man kann sich sicherlich vorstellen, dass die Docoglossen, die sich in einer besonderen, isolierten Richtung entwickelten, darin, dass sie noch gewisse Teile der Lateralstränge der Amphineuren resp. des Urmollusks an ihrer alten Stelle verbleiben ließen, einen primitiven Charakter des Nervensystems aufweisen, der bei den Rhipidoglossen nicht mehr vertreten ist.

Nieren. Wie wir sehen, nimmt Woodward für die Perrier'sche Theorie der Entstehung der Monotocardierniere Stellung. Die Hauptstütze der anderen, auf Ray Lankester zurückzuführenden Ansicht, lag in letzter Zeit in den ontogenetischen Befunden (*Paludina* nach von Erlanger). Woodward hält diese letzteren nicht für sehr beweiskräftig. Wir wollen, ohne eine eigene Meinung zu äußern, nur

1) Haller, B. Studien über docoglosse und rhipidoglosse Prosobranchier etc. 1894.

2) Thiele, J. Ueber die Ausbildung der Körperform der Gastropoden. Arch. f. Naturg. 1901, Beiheft, p. 10, nimmt eine solche Drehung des Mantels an. Das entspricht jedoch sicherlich nicht den thatsächlichen Verhältnissen; denn sonst müsste dieser Vorgang auch an der Uebergangsstelle des nicht mitgewanderten Gewebes des Fußes und Nackens in das verlagerte des Eingeweidesackes und Mantels insofern nachzuweisen sein, als dort die Gewebselemente (Muskelfasern etc.) eine Streckung und Zerrung im Sinne der Torsion aufweisen würden, ein Punkt, auf den mich Prof. Lang aufmerksam machte.

darauf hinweisen, dass Tönniges[3]) diese Befunde an *Paludina* neuerdings bestätigen konnte. [80]

Der Unterkiefer der Anthropomorphen und des Menschen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von **Dr. Walkhoff**, München.

Anschließend an die erschienenen Lieferungen des Selenka'schen Werkes „Menschenaffen", Studien über „Entwicklung und Schädelbau", habe ich den Bau des Unterkiefers bei den Anthropomorphen und dem Menschen untersucht. Die Arbeit konnte sich nicht auf eine Vergleichung der äußeren Formen beschränken, wenn man jenem Ideal, eine gemeinsame Stammesform für die einzelnen Species zu finden, nachstreben wollte. Vielmehr musste der Hauptwert auf die Erörterung der konstruktiven Teile des Unterkiefers und deren Abänderungen im inneren Aufbau gelegt werden. Ich ging von den Gesetzen aus, welche Roux für die Entwicklungsmechanik aufgestellt hat. Die Arbeit musste ein Prüfstein für die Lehre von der „funktionellen Selbstgestaltung" sein. Gerade der Unterkiefer wird nicht durch eine statische Belastung betroffen, sondern das Knochengewebe steht hier, wie kaum bei einem zweiten Knochen des tierischen Organismus, allein unter der Wirkung der Muskelfunktion. Es mussten demgemäß die Lehren der Entwicklungsmechanik ganz besonders zur Geltung kommen und das Objekt musste geradezu durch seine hervorragende Bedeutung für die Primaten und speziell für den Menschen zu einem morphologischen Vergleich herausfordern.

Die Struktur des Unterkiefers lässt sich in ausgezeichneter Weise durch die Methode der Photographie mit Röntgenstrahlen ermitteln, welche ich in mehreren hundert Aufnahmen von den Unterkiefern aller Anthropomorphen und auch des Menschen in Anwendung brachte.

Die Gestaltung der äußeren Kiefer-Formen ließ sich nun bei allen Anthropomorphen respektive dem Menschen aus den Veränderungen der inneren Struktur erklären. Vergrößerung oder Verkleinerung einzelner konstruktiven Teile, welche ursprünglich in ihrer embryonalen Anlage im übrigen vollkommen gleich sind, bedingen durch die abgeänderte innere Struktur die Variationen der äußeren Form, und zwar nicht allein generell, sondern individuell. Die Struktur ist wiederum abhängig von der Beanspruchung durch die Funktion der Muskeln und der in dem Kiefer eingepflanzten und durch den Muskeldruck wirkenden Zähne. Die innere Architektur wird sogar so weit beeinflusst, dass, wenn die in Trajektorien noch so kunstvoll aufgebaute Spongiosa (z. B. beim

3) Tönniges, C. Zur Organbildung von *Paludina* etc. Sitzungsber. Marburg, 1899.

Orangutan) für die Beanspruchung nicht mehr genügt, die Substantia compacta selbst für die Kraftbahnen im größten Maßstabe eintritt (beim Gorilla). Gleichzeitig treten noch kräftigere äußere Formen auf. Der umgekehrte Vorgang ist im Unterkiefer des Menschen, welcher bei diesen Untersuchungen besonders berücksichtigt werden musste, vorhanden. Der geringeren Funktion entsprechend ist eine rückschreitende Formveränderung des menschlichen Kiefers zu konstatieren, genau den von Roux aufgestellten Lehren der Entwicklungsmechanik entsprechend.

Der vordere Unterkiefer musste besonders berücksichtigt werden. Galt doch lange Zeit die äußere Form desselben z. B. für den Menschen spezifisch.

Auch hier ergab sich vergleichend, dass die Gestalt nur von der inneren Struktur und diese wiederum von der Funktion abhängig ist, trotzdem die äußeren Formen so verschieden sind. Selbst die Lage der Gefäße, die Stellung und die Lage der einzelnen Teile zu einander ist von der Funktion abhängig. Von hoher Bedeutung ist die Funktion der an der inneren Kieferplatte ansetzenden Muskeln. Der *M. genioglossus* und *digastricus* bilden Trajektorien, welche mit der Kinnbildung des Menschen im innigsten Zusammenhange stehen. Speziell der *genioglossus* hat ein Trajektorium, welches bei keinem Anthropomorphen vorhanden ist.

Hier muss eine neue Funktionswirkung bei den Menschen eingetreten sein und meines Erachtens ist es die Funktion des *Genioglossus* beim Zustandekommen gewisser konstanter Bewegungen, welche bei der Sprache des Menschen entstehen. Anderseits ist beim Menschen gegenüber den Anthropomorphen eine Reduktion an Größe nicht allein der Vorderkiefer, sondern auch der Zähne eingetreten. Der geringere Gebrauch beider bedingte auch dadurch eine Formveränderung des gesamten Knochens.

Es musste von höchstem Interesse sein, die ältesten menschlichen Kiefer, welche der Diluvialzeit entstammen und schon wiederholt Gegenstand eines großen Streites zwischen den Anhängern und Gegnern der Descendenzlehre gewesen sind, einer erneuten Untersuchung, speziell mit Berücksichtigung der Entwicklungsmechanik, zu unterziehen. Pithecoide Eigenschaften waren häufig an denselben angenommen und ebenso energisch bestritten. Virchow hat die gewaltige Größe dieser Kiefer und der in ihnen enthaltenen Zähne für pathologische Erscheinungen und Excessbildungen erklärt.

Professor Maschka hatte nun die Güte, mir das vielumstrittenste Objekt, den Schipkakiefer, samt einem zweiten diluvialen Kiefer aus Prédmost zur Untersuchung zu überlassen.

Zunächst stellte ich durch die Röntgenaufnahmen fest, dass der Schipkakiefer von einem zehnjährigen Kinde stammt, während

Virchow ihn für denjenigen eines Erwachsenen hält. Es spricht für meine Ansicht die große Weite der Wurzelkanäle in den Schneidezähnen, welche offenbar eben das Wurzelwachstum vollendet haben. Den weiten Wurzelkanälen der Schneidezähne entspricht die Ausbildung der übrigen, im Kiefer enthaltenen aber noch nicht vollendeten Zähne vollkommen. Der Eckzahn, welchen Virchow für höchstwahrscheinlich mit fertiger Wurzel versehen annimmt, hat noch nicht einmal eine wirkliche Wurzelpulpa. Die Prämolaren sind auf gleicher Entwicklungsstufe wie die Zähne eines heutigen zehnjährigen Menschen. Somit sind die sämtlichen Zähne im Schipkakiefer, abgesehen von ihrer Größe, welche allerdings wieder der gewaltigen Kiefergröße entspricht, durchaus harmonische, normale Bildungen. Eine Zahnretention, wie Virchow sie angenommen hat, ist nicht vorhanden. Die Röntgenaufnahmen sind hier durchaus entscheidend. Am Eckzahn ist sogar noch die Wirkung des wuchernden Pulpawulstes — eines wichtigen Faktors für die Zahnentwicklung — auf die Spongiosa zu erkennen. Letztere ist am Schipkakiefer ganz normal, ebenso die Substantia compacta. Von einer Hyperostose, welche Virchow für die gewaltige Kieferentwicklung beim Schipkakiefer annimmt, ist nichts zu erkennen.

Die harmonische Entwicklung des Kiefers lässt vielmehr auf einen Rassencharakter schließen, welchen der diluviale Mensch besaß, indem seine Kiefer und Zähne eine weit kräftigere Ausbildung besaßen als selbst die der heutigen niedrigen Rassen.

Virchow sah den Schipkakiefer als isolierte pathologische Erscheinung an. Durch den Unterkiefer von Prédmost wird diese Annahme vollends widerlegt. Derselbe stammt von einem siebenjährigen Individuum und zeigt äußerst ähnliche Eigenschaften wie der Schipkakiefer. In demselben sind sämtliche Zähne bis auf die Vorderzähne erhalten. Die Größe der Milchzähne, besonders aber die der bleibenden Molaren, übertrifft die durchschnittliche Größe heutiger menschlicher Zähne um ein Bedeutendes. Im übrigen ist auch hier die Zahnentwicklung durchaus harmonisch. Der Kiefer ist sehr kräftig entwickelt und zeigt auf der Rückseite die Grube an Stelle der spina mentalis interna, wie bei den Anthropomorphen und dem Schipkakiefer. Die Basalfläche ist bei letzterem stärker als beim Kiefer von Prédmost. Dieser hat ein, wenn auch nicht großes Kinn, während dasselbe dem Schipkakiefer fehlt. Im übrigen ist die Knochenentwicklung in beiden Kiefern die gleiche, wenn man das verschiedene Alter berücksichtigt. Der Kiefer von Prédmost bildet mit dem Kiefer von la Naulette mehr ein Uebergangsstadium zu den heutigen Rassen, während der Schipkakiefer wohl als das älteste bis heute aufgefundene Kieferfragment bezeichnet werden muss.

Unter Berücksichtigung der inneren Struktur lassen sich nun auch an diesen Kiefern die Lehren der Entwicklungsmechanik zur Erklärung der verschiedenartigen, befremdenden Formen in sicherer Weise verwenden. Ohne bildliche Darstellung ist in diesem kurzen Referat darauf allerdings nicht näher einzugehen und ich verweise auf meine demnächst darüber erscheinende ausführliche Arbeit (Vierte Lieferung von Selenka's „Menschenaffen"). Sie wird die Gestaltung des Unterkiefers durch die Funktion in stärkstem Lichte erscheinen lassen, gleichzeitig aber auch die Schaffung neuer Charaktere durch die variierende Muskelthätigkeit bei den Primaten erläutern. Mir scheint, dass man mit Hilfe einer vergleichenden Entwicklungsmechanik in vielfacher Hinsicht den Stammbaum der Primaten leichter auffinden könnte, als durch die Untersuchungsmethoden der Embryologie, vergleichenden Anatomie und Paläontologie, wenn jedes einzelne Organ nach den Gesetzen jener jungen Wissenschaft analysiert und verglichen würde. [78]

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

(Fortsetzung.)

Dass Cuvier bei der Aufstellung seines Prinzips von der Philosophie beeinflusst worden ist, halte ich für gewiss, da dieses Prinzip gar zu gut in die damalige allgemeine morphologische Richtung der biologischen Forschung passt. Dieselbe ist vielleicht zuerst von Felix Vicq d'Azyr (1748—1794) gegenüber der früheren physiologischen angebahnt worden, denn dieser Naturforscher hat zuerst auf die Idee der Einheit des Baues der Tiere Nachdruck gelegt. Auch die nachfolgenden Bonnet-Buffon'schen Ideen von der Einheit des Bauplanes der Tiere zielen auf den einseitig morphologischen Standpunkt hin. In Cuvier und Geoffroy St. Hilaire hat dann diese Richtung ihre besten Repräsentanten gefunden, wogegen Goethe schon den Verfall in das metaphysische Extrem derselben anzeigt. Der gänzliche Verfall dieser Richtung hat, glaube ich, innerhalb der Schelling'schen Naturphilosophie stattgefunden, wo er auch auf irgend eine Weise aus der formalistischen in die mystisch-dynamische umgeschlagen hat, welche Umwandlung dann durch Hegel in seinem transcendentalen Historismus vollführt wurde. Ich will auf diese Weise den Zusammenhang nur im allgemeinen charakterisieren; es muss einer speziellen Untersuchung vorbehalten bleiben, denselben in seinen Details nachzuweisen.

Es sei noch kurz die nachdarwinische Zeit, sofern deren Betrachtung hierher gehört, charakterisiert. In direkter Verfolgung der ausschließlichen Kausalforschung hat sich noch weiter als Darwin von der Betrachtung der Korrelationen A. Weismann mit seiner Allmacht der Naturzüchtung und seiner Determinantenlehre entfernt. In seinen Anschauungen ist für die Korrelationsbeziehungen kein Platz mehr; die Annahme, dass die Organe durch spezielle Determinanten repräsentiert werden können, und dass die Variationen in der Ausbildung der Organe von den Variationen innerhalb der bezüglichen Determinanten abhängig sind, ist mit der Lehre von der gesetzmäßigen Abhängigkeit der Organe unvereinbar, da durch diese Theorie die absolut unabhängige Variation eines Organs und damit auch gerade die Unmöglichkeit der Beeinflussung der Form eines Organs durch die Ausbildung eines anderen behauptet wird, da, wo dies der Fall ist, unmöglich die Form durch einen unabhängigen Determinanten im Ei determiniert werden kann.

Auch die Richtung von W. Roux als Erforschung der gesetzmäßigen Folge der biologischen Erscheinungen (oder der Art des Geschehens derselben, was auf dasselbe hinauskommt, da „das Geschehen" und die „Aufeinanderfolge der Erscheinungen" dasselbe ist), steht durch ihre zu enge Fassung der Aufgabe der exakten Biologie der Auffassung der biologischen Erscheinungen als Korrelationen fremd. Thatsächlich hat die Erforschung der Ursachen, welche als Wirkungen resp. Wirkungsweisen betrachtet werden, nichts mit der Erforschung der Korrelationen gemein, wie noch weiter unten gezeigt werden soll. Das, was Roux z. B. als Massenkorrelationen bezeichnet, sind seiner Auffassung nach keine Korrelationen, da es sich dabei um Druck-, Zug- u. a. Wirkungen, nicht um Beziehungen handelt. Ich kann der Richtung von Roux keineswegs die theoretische Berechtigung absprechen, obwohl mir seine Auffassung der Ursachen, der Wirkungen und Wirkungsweisen unklar ist. Ich habe sein „Programm"[1]) mehreremals durchgelesen, ohne aber ins Klare zu kommen. Man darf sich gar nicht dadurch beirren lassen, dass das Wort Korrelation bei Roux so oft vorkommt. Denn schon sein Gedanke, dass man eine Korrelation durch Wirkungen „erklären" kann, zeugt dafür, dass er sich der logischen Seite des Problems nicht bewusst ist. Da die Auffassungen von Roux nur negativ das hier erörterte Thema berühren, werde ich nur kurz auf zweierlei aus seinen Erörterungen hinweisen. Die Begriffe Ursache, Kraft, Wirkung, Wirkungsweise sind bei Roux nicht aus der Betrachtung biologischer Erscheinungen abstrahiert worden, sondern angeblich aus der Physik und Philosophie.

1) Programm und Forschungsmethoden der Entwicklungsmechanik der Organismen 1897.

Da aber weder die Physiker noch die Philosophen über die Bedeutung und das Verhältnis dieser Begriffe einig sind, so wäre es viel vorsichtiger gewesen, diese Begriffe für die Biologie auf der Grundlage ausschließlich der biologischen Thatsachen zu definieren; denn dass ihnen innerhalb der biologischen Wissenschaft eine Rolle zuzuschreiben ist, ist kaum bezweifelt worden, nur um die spezielle Anwendung derselben handelt es sich. Der große Fehler von Roux ist aber, dass er die theoretische Physik, resp. nur die Mechanik als ein Musterbild aller Wissenschaft betrachtet, welche allen übrigen Wissenschaften ihre logischen Formen vorzuschreiben hat.

Damit hängt auch ein anderer Fehler von Roux zusammen, dass er nämlich Kirchhoff's Definition der Mechanik, sie sei eine beschreibende Wissenschaft, ohne Bedenken für seine Entwicklungsmechanik annimmt. Die Mechanik, wie sie Kirchhoff aufgefasst hat, handelt bloß von den Verhältnissen, in welchen gewisse Erscheinungen stehen, und drückt diese Verhältnisse durch Gleichungen (Gesetze) aus, gar nicht aber von den Wirkungen. Die theoretische Mechanik behauptet nicht, dass dieses Buch über den Rand dieses Tisches gestoßen, herabfallen wird, sondern dass, wenn es fällt, es nach den Gesetzen des freien Falles fällt. Die Gesetze von den Bewegungen der Himmelskörper werden durch Gleichungen angegeben, welche ein Verhältnis mehrerer Variabelen angeben, von welchen nur eine die Zeit ist; erst wenn diese Zeit als unabhängig variabel betrachtet wird und ihr bestimmte Werte gegeben werden, lösen sich die Gleichungen nach Zahlen, welche als die nacheinanderfolgenden Stadien eines Systems (eines Planeten) betrachtet werden können.

Ich bin weit entfernt davon, die Berechtigung der ursächlichen Forschung als Erforschung der Wirkungen zu bezweifeln; nur wird man, um diese Berechtigung nicht nur ahnen zu lassen, sondern um sie auch zu beweisen, in ihrer theoretischen Begründung einen selbstständigeren Weg betreten müssen, als es Roux gethan hat. Der Begriff der Wirkung hat ganz bestimmt ein subjektives Element in sich, eine dunkle Vorstellung davon, dass ich (das Subjekt) Kraft habe, dass ich wirke. Es scheint, dass Roux von dieser Vorstellung der Wirkung in seiner Begründung der Entwicklungsmechanik ausgegangen ist. Als er sich aber dessen bewusst wurde, dass dieser Vorstellung ein subjektives Element anhaftet, wendete er statt derselben Wirkungsweise an, wodurch er sowohl der Lehre von der Ursache als dem Wirkenden, Treibenden gerecht zu werden suchte, wie dem physikalischen Begriff der Ursache als dem Begriffe, unter welchen eine Gruppe von Erscheinungen subsumiert wird (statt Begriff kann man auch Gesetz sagen). Es blieb also auch in seiner Auffassung der Ursache als Wirkungsweise das subjektive Element enthalten.

Roux scheint mit den Physikern anzunehmen, dass die subjektive Empfindung des Wirkens auf die Erforschung der objektiven Welt unübertragbar ist. Wenn es unmöglich ist, dann ist auch die Erforschung von Wirkungen resp. Wirkungsweisen unmöglich; es kommt aber darauf an, ob es unmöglich ist. In diesem Problem liegt, glaube ich, der Kernpunkt der Roux'schen Auffassung der Entwicklungsmechanik.

Wie schon oben erwähnt, verhält sich Roux dem Prinzip der Korrelation gegenüber vollständig negativ.

H. Driesch hat die nach den Ursachen forschende Richtung der Biologie in ihre letzten Konsequenzen getrieben und schon auch erkannt, dass dieselbe nicht hinreicht, um die biologischen Probleme allseitig zu bewältigen. Gegenüber anderen Naturforschern, welche die Theoreme der Physik und Chemie als Grundlage der biologischen Forschung betrachten, steht er insofern höher, als er nur die Methode der Physik und Chemie in der Biologie anzuwenden strebt und gewiss mit Recht, da man aus den Methoden dieser Wissenschaften viel lernen kann; dass diese Anwendung auch ihre Grenzen hat und dass die Biologie sich ihre besondere Methode (d. h. Logik) ausbilden muss, davon ist er, scheint es, auch überzeugt. Die methodologischen Untersuchungen von Driesch würden viel an Klarheit und Gleichmäßigkeit gewinnen, wenn er dieselben nicht in ausschließlicher Betrachtung der embryologischen Probleme entwickeln würde; in der einseitigen Betonung der Ontogenie, anderen biologischen Erscheinungen gegenüber, liegt der größte seiner Fehler. Dies ist am besten in seiner Einteilung und Charakterisierung der biologischen Disziplinen zu sehen. Er unterscheidet[1]):

1. Morphologie als Beschreibung des ganzen Entwickelungsganges[2]) vom Ei bis zum fertigen Tier. Die Embryologie und Histologie wird mit einbegriffen.

2. Entwicklungsmechanik („allgemeine Morphologie", später „Entwicklungsphysiologie"). Während die Morphologie die Erscheinungen nur beschreibt, sucht diese Wissenschaft experimentell die allgemeinen Prinzipien der Entwicklung aufzustellen.

3. Systematik (hierher auch spezielle und vergleichende Morphologie) fragt nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit der Formen; sie steht in vollem Gegensatze zu der Entwicklungsmechanik, von welcher sie erst die Sicherheit ihrer Urteile erlangt.

4. Physiologie, die Lehre von den Funktionen der Organe; die Organe müssen ihr gegeben sein und daher ist die Physiologie nur ein Appendix der Morphologie[3]).

1) Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft. S. 3 sq.
2) Ist von mir hervorgehoben worden.
3) S. 50.

Diese Einteilung hat einige sehr empfindliche Mängel. Zuerst den oben erwähnten ontogenetischen Standpunkt: für Driesch ist der fertige Organismus nur ein Ende der Entwicklung, obwohl ihn nicht nur sein Nachdenken über die Teleologie, sondern auch seine eigene Beobachtungen über das von verschiedenen Eingriffen bis zu einem Grade unabhängige Zustandekommen der normalen Larven resp. der fertigen Organismen auf den Gedanken führen sollte, dass man wenigstens auch umgekehrt das fertige Tier als Ausgangspunkt der Beurteilung der Entwicklung nehmen könnte. Aus den Untersuchungen Driesch's selbst lässt sich schließen, dass der fertige Organismus nicht nur ein Endresultat der Entwicklung ist, sondern dass er sozusagen eine Norm ist, nach welcher sich die Vorgänge bei der Entwicklung richten. Die Fragestellung also muss nicht nur lauten, zu erkennen, wie aus dem Ungeformten sich eine Form konstruieren lässt, sondern auch, wie kommt es, dass der Seeigel nicht nur als fertige Form möglich ist, sondern eine Reihe verschiedener Formen durchläuft.

Ich will kurz auf die Möglichkeit einer anderen Auffassung hinweisen, welche vielleicht klar das Charakteristische an dem Standpunkte von Driesch erkennen lässt. Der Körper des Seeigels bildet eine in aller seiner Erscheinungsweise erkennbare Einheit, welche darin besteht, dass alle seine Organe eine ganz charakteristische Lage im Raume einnehmen, wenn sie auf einander bezogen werden; auch viele andere Eigenschaften, wie die Funktionen der einzelnen Teile, die Regenerationserscheinungen u. s. w. zeugen für eine Einheitlichkeit derselben. Dieser Einheit der Eigenschaften des Seeigels entspricht der Begriff desselben, nicht der Begriff, den wir gerade heute von dem Seeigel haben, sondern derjenige, den wir durch fortgesetzte Nachforschungen anstreben. Offenbar ist es sehr charakteristisch für diesen Begriff, obwohl dies nicht sein einziges Merkmal ist, dass die Teile des Seeigelkörpers bestimmte räumliche Anordnung haben. Wenn man nun etwa nur die Schale des Seeigels vor sich hat, so nennt man sie doch Seeigel, da man sich leicht die anderen Körperteile hinzudenken kann. Man kann also die „Seeigelnatur" an verhältnismäßig kleinen Bruchstücken seines Körpers erkennen. Ebenso, wie ein Bruchstück der Seeigelart als dem Begriffe des Seeigels angehörig betrachtet werden kann, kann man auch ein Stadium seiner Ontogenese (auch der gestörten) als unter den Begriff Seeigel gehörig betrachten. Aus der Ontogenese kann man ebenso den Begriff des Seeigels abstrahieren, wie aus dem fertigen Tier, nur ist hier das charakteristische Merkmal nicht (nur) Räumlichkeit, sondern auch Zeitlichkeit; wie die Organe des erwachsenen Seeigels nebeneinander, so liegen die Entwicklungsstadien nacheinander. Driesch will nun durch das Studium dieses Nacheinander jenes Nebeneinander der Seeigelmerkmale erkennen, in-

dem er behauptet, dass die Entwicklungsmechanik der vergleichenden Morphologie die Sicherheit ihrer Urteile giebt.

Ich sehe ferner einen Fehler darin, wie Driesch die Morphologie von der Systematik unterscheidet; die erstere ist ihm bloß „Beschreibung", die letztere eine die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten der Formen erfassende Wissenschaft. Es ist aber gar nicht möglich, zu beschreiben, ohne zu vergleichen, ohne auf die Aehnlichkeiten und Differenzen hinzuweisen; denn jede Beschreibung besteht in dem Hervorheben bestimmter Charaktere durch Worte, welche gewissen auf dem Wege der bewussten oder unbewussten Vergleichung entstandenen Begriffen entsprechen. Ich kann nur dann den Arthropoden die Augen zuschreiben, wenn ich bei ihnen Organe finde, welche ihren wesentlichen Eigenschaften nach dem Begriffe des Auges entsprechen. Der Einwand, dass Driesch durch „beschreiben" nur eine Beschreibung, wie sie gerade dem Autor einfällt, gemeint hat, ist gewiss nicht stichhaltig, denn ein pêle-mêle Beschreiben hat bisher noch niemand für eine Wissenschaft gehalten.

Was das Verhältnis von Driesch zu dem Prinzip von der Korrelation betrifft, so hat er sich dem Gedanken, dass dasselbe eine selbständige von der Kausalität unabhängige Rolle innerhalb der Biologie besitzt, genug genähert, indem er die Unmöglichkeit erkannt hat, gewisse biologische Probleme kausal zu begreifen. Er kämpft fortwährend mit der Frage nach dem Verhältnis der räumlichen Ausdehnung (der Form) und der zeitlichen Ausdehnung (der Veränderung). Da er aber zu stark von der ontogenetischen Richtung beeinflusst ist, kann er sich nicht entscheiden, die Untersuchung der Form und die der Veränderung radikal von einander zu trennen. Er stellt[1]) den Begriff der Positionswirkungen auf, welche „aus starren Beziehungen zum Ganzen resultieren" sollten[2]), bemerkt aber später[3]) ganz richtig von dem Positionsbegriff: „Er hat kein eigentlich kausales Gepräge, sondern mehr den unbestimmten Charakter der funktionellen Beziehung $x = f(y)$." Darum reicht ihm dies formalistische Prinzip nicht aus, um den Zusammenhang der Veränderungen zu erkennen, denn „wir brauchen wahre, durchsichtige kausale Agentien". Darum giebt er den Begriff der Position auf, um aber bald wieder zu ihm zurückzukehren[4]). Es wird die Position wieder als „der Einfluss der Lage im Ganzen, das gewisse Richtungen, aber sonst nichts typisches besitzt" definiert. Ich lasse die gewiss sehr schwierige Frage, ob man von räumlichen Beziehungen sagen kann, dass sie als solche

1) Entwicklungsmechanische Studien X. Mitt. Neapel XI. S. 245 sq.
2) Anal. Theorie. S. 51.
3) ibid. S. 53.
4) Die Lokalisation morphogen. Vorgänge. S. 39 sq.

wirken können, unberücksichtigt; ich weise nur darauf hin, dass sich Driesch durch seine Auffassung der Position dem Korrelationsbegriff genug angenähert hat.

Driesch fehlt die Erkenntnis, dass es auch eine nichtkausale und nichtteleologische Wissenschaft geben kann; wenn er dies anerkennen und in seinen Theorien verwerten wird, wird er, glaube ich, einen festeren Ausgangspunkt für seine Auseinandersetzungen besitzen, als dies jetzt der Fall ist.

Ich fasse jetzt meine Ansichten über die nachdarwinische Richtung der Biologie zusammen: dieselbe kennt, getreu der Methode Darwin's, nur ein exaktes Problem, die exakte Erkenntnis der Zeitfolge der Erscheinungen; die Auffassung, dass die Kausalität die ausschließliche Form der wissenschaftlichen Erkenntnis ist, gilt als ein apriorisches Dogma, welches namentlich in Roux seinen konsequentesten Vertreter gefunden hat. Zugleich fängt man aber an, an die Grenzen dieser Methode zu stoßen, und namentlich an Driesch sieht man schon die Versuche, diese Grenzen zu durchbrechen. (Fortsetzung folgt.)

E. Fischer: Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Allgemeine Zeitschrift für Entomologie von Dr. Chr. Schroeder-Itzehoe und Udo Lehmann-Neudamm. VI. Bd, Nr. 4.

Experimentelle Untersuchungen, ob es möglich sei, durch willkürliche, geeignet gewählte Veränderungen der „äußeren Lebensbedingungen", besonders der Temperaturverhältnisse, im Tierreiche Variationen bei den Arten hervorzurufen, wurden in den letzten Decennien wiederholt angestellt; mit Vorliebe hat man sich dabei als Versuchsobjekte die Schmetterlinge gewählt: ich erinnere z. B. an die schönen Versuche von Standfuss und E. Fischer. Das Resultat war — wie ja nach unseren heutigen Anschauungen über den züchtenden Einfluss der Faktoren der Außenwelt auf alle Organismen eigentlich kaum anders zu erwarten stand — positiv. Eine Frage allerdings, an welche bei diesen Untersuchungen wohl jeder der Forscher dachte, nämlich: ob die auf solche Weise erworbenen Eigenschaften und Abänderungen auch auf die eventuellen Nachkommen übertragen, also vererbt würden oder doch wenigstens werden könnten, blieb dabei einstweilen unentschieden. Erst kürzlich gelang es E. Fischer, auch für dieses Postulat der modernen Biologie einen vollgiltigen Beweis beizubringen. F. experimentierte mit *Arctia Caja*, dem braunen Bär, der ja auch den meisten Laien — meist wohl unter dem Namen „deutscher Bär" — bekannt sein dürfte, ein erfahrungsgemäß für künstliche Variationsversuche besonders geeignetes Tier. Durch willkürlich gewählte Temperaturveränderungen, und zwar durch intermittierende Abkühlungen bis auf -8^0 C., denen die Puppen wiederholt ausgesetzt wurden, erzielte F. stark aberrative Falter, und zwar

aberrativ nicht nur bezüglich der „Farbe und Zeichnung“ — wenn auch hier in erster Linie —, sondern auch bezüglich der Form, z. B. der Flügel und der Beine. Dabei hebt F. ausdrücklich hervor, dass in letzterer Hinsicht es sich nicht etwa um Verkrüppelungen handelte, sondern „die Füße waren kräftig und mit gut ausgebildeten Krallen versehen“. Unter diesen Varietäten gelangen nun mehrfache Kreuzungen; die Puppen dieser Zucht wurden unter normalen Bedingungen erhalten. Und siehe! von den alsbald ausgeschlüpften Tieren zeigte eine nicht unerhebliche Anzahl die Variationen der Eltern, und zwar im allgemeinen als Kombinationen aus den veränderten Eigenschaften beider Eltern, so dass einige mehr dem elterlichen Männchen glichen, andere mehr dem elterlichen Weibchen. Es ist dieses also, wie F. sagt, ein experimenteller Beweis, dass

1. die Art durch die Faktoren der Außenwelt Veränderungen erfährt, und dass

2. diese Veränderungen sich auf die Nachkommen übertragen.

Die Thatsache der Vererbung erworbener Eigenschaften steht mithin fest, wenn wir auch über das Wesen der rätselhaften, dabei stattfindenden Vorgänge, auf Grund dieser Untersuchungen, natürlich absolut noch nichts sagen können. Fischer's Resultat ist höchst interessant und im Hinblick auf die Descendenzlehre von hervorragender Bedeutung, und es wäre äußerst wünschenswert, dass in der fraglichen Hinsicht weiter gearbeitet würde. Wir müssen jedes sicher verbürgte, auch das kleinste Scherflein für die in Rede stehende Frage aufmerksam sammeln, einmal, weil eine Reihe von Autoren, die im übrigen auf dem Boden der modernen Biologie stehen, immer noch die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen zu können glaubt, andererseits aber, weil vieles, bislang als „Beweise“ angeführtes Material thatsächlich als solches nicht zu gebrauchen ist und die Verfechter dieser „Beweise“ durch ihren Uebereifer der Descendenzlehre mehr geschadet als genützt haben. Endlich wurde gerade in letzter Zeit wieder einmal wiederholt der Versuch gewagt, die ganze Descendenzlehre, als längst überwundene, abgeklapperte und nunmehr unfruchtbar gewordene Hypothese, mit viel Worten und wenig Inhalt zu Grabe zu tragen.

Zu guterletzt sei eines, das Spuler bereits wiederholt betonte, nochmals hervorgehoben: es wäre nämlich sehr wünschenswert, dass endlich einmal mit *Psilura monacha*, der Nonne, in der fraglichen Weise Versuche angestellt würden; dieses Tier ist in der freien Natur augenblicklich im Zustande der Umbildung begriffen, wenigstens soweit es sich um sein Vorkommen im Norden Deutschlands handelt, und es ist sicher zu hoffen, dass das Resultat etwaiger Versuche mit diesem Tiere sehr zufriedenstellend wäre. [93]

Hugo Fuchs, Erlangen.

Verlag von Arthur Georgi in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Oktober 1901.** **Nr. 19.**

Inhalt: **Reinke**, Ueber die in den Organismen wirksamen Kräfte. — **Rádl**, Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie (Schluss). — **Deegener**, Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophilus*. — **Seeliger**, Tierleben der Tiefsee.

Ueber die in den Organismen wirksamen Kräfte.

Von **J. Reinke**[1]).

Die ganze Natur ist für uns ein System von Kräften. Die Materie gelangt nur dadurch zu unserer Wahrnehmung, dass Kräfte von ihr ausgehen, die auf unsere Sinne wirken; auch sie löst sich für uns auf in eine Schar von Kräften. Der umfassendste Gesichtspunkt für die Betrachtung der Natur ist daher der dynamische. Wirksamkeit und Wirklichkeit sind auch sprachlich verwandte Begriffe.

Wenn wir im Rahmen des Gesamtbildes der Natur unseren Gesichtskreis einschränken auf die lebendigen Wesen, so ist deren Zahl und Mannigfaltigkeit eine so ungeheure, dass wir unbedingt einen einzelnen Typus zum Ausgangspunkt der Betrachtung wählen müssen. Dafür scheint mir derjenige Typus am meisten geeignet, in dem alle Seiten des Lebens am vollkommensten entwickelt, alle Funktionen am deutlichsten gesondert sind, alle Erscheinungen am unmittelbarsten auf uns wirken: es ist dies der mit Verstand und Bewusstsein begabte Mensch, von dem eine lange Stufenleiter hinabführt zu den unvollkommensten Tieren und Pflanzen, zu der einfachen Zelle, zum Protoplasma.

Auch der Mensch ist für den Naturforscher ein System mannigfaltiger, harmonisch geordneter Kräfte. Die von diesen Kräften abhängigen Erscheinungen können wir zerlegen in physikalisch-chemische oder kürzer gesagt energetische und in psychische. Die Grundfrage für den Biologen muss bei diesem Gange der Betrachtung dahin lauten, ob auch in allen übrigen Organismen jene beiden Klassen von

1) Rede gehalten auf der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg.

Kräften, die energetischen und die psychischen, in Wirksamkeit stehen. Um diese Frage entscheiden zu können, bedarf es zunächst einer Orientierung über die Begriffe der Kraft und der Energie.

Um das Wesen des Kraftbegriffes festzustellen, ist es nützlich, die ursprüngliche Bedeutung des Wortes Kraft ins Auge zu fassen. Wir kommen da wieder auf den Menschen. Der sprachliche Ursprung von Kraft führt auf die Muskelkraft zurück. Von da aus wurde der Begriff der Kraft übertragen einerseits auf die leblose Natur, indem man von Wasserkraft, Windkraft, Dampfkraft, Schwerkraft und in wissenschaftlicher Verallgemeinerung von mechanischer Kraft spricht; andererseits übertrug man den Kraftbegriff von den Muskeln auch auf die Seele des Menschen, ich erinnere an die Willenskraft, die Geisteskraft, die Einbildungskraft.

Eine wissenschaftliche Anwendung hat der Begriff der Kraft zunächst in der Mechanik erfahren, und wir verstehen unter mechanischer Kraft die Fähigkeit, etwas zu bewegen, eine Masse zu beschleunigen; in der erteilten Beschleunigung ist ein Maßstab für die Größe der Kraft gegeben.

Neben dem Begriffe der Kraft machte sich dann in der Physik mehr und mehr der Begriff der Arbeit geltend, ein Wort, das wiederum an die Muskelarbeit des Menschen anknüpft. Durch den Begriff der Arbeit sind wir dahin gelangt, Arbeit verrichtende Kräfte von anderen zu unterscheiden, und die ersteren fassen wir zusammen unter dem Begriffe der Energie. Die mechanische Energie überwindet die Trägheit eines Körpers und leistet dabei mechanische Arbeit.

In dem heute geltenden wissenschaftlichen Sprachgebrauche ist Kraft daher der weitere, Energie der engere Begriff; jede Energie kann auch als Kraft aufgefasst werden, aber nicht jede Kraft ist Energie. Kraft ist Wirksamkeit im allgemeinen, ist die Fähigkeit, etwas zu bewirken; Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten. Wenn etwas bewirkt wird, muss ein Wirkendes da sein, und dies Wirkende nennen wir Kraft. Kraft ist Wirkungsvermögen, Energie ist Arbeitsvermögen. Von Kraft im allgemeinen Sinne sprechen wir, wenn eine Naturerscheinung eine andere beeinflusst.

Die hier entwickelte Auffassung des Kraftbegriffs deckt sich im wesentlichen mit derjenigen, die Helmholtz vertritt. Dieser äußert sich darüber folgendermaßen[1]): „Der wahre Sinn, der die Einführung des Kraftbegriffs rechtfertigt, besteht nun darin, dass die Kräfte als immer bestehende, nach unveränderlichen Gesetzen wirkende Ursachen angesehen werden, deren Wirkung zu allen Zeiten unter denselben Verhältnissen die gleiche sein muss."

1) Helmholtz, Vorlesungen über theoretische Physik I, 2, S. 24.

Die Energien gehorchen unter allen Umständen dem Erhaltungsgesetze, das gilt aber keineswegs von den übrigen Kräften. Die lichtbrechende Kraft des Diamanten oder die doppeltbrechende Kraft des Kalkspats können ein Jahrtausend lang Lichtstrahlen gebrochen oder polarisiert haben, ohne sich dabei im Geringsten zu vermindern; löst man den Kalkspat in Salzsäure auf, so verschwindet seine doppeltbrechende Kraft, ohne dass ein Aequivalent dafür auftritt. Aehnliche Kräfte sind die dispergierende Kraft eines Prisma, die reflektierende Kraft eines Spiegels, das Vermögen einer Zuckerlösung, die Ebene des polarisierten Lichtes zu drehen.

Für die verschiedenen Arten von Energie ist charakteristisch, dass sie ineinander umgewandelt werden können; für die Kraft im allgemeinen trifft dies nicht zu, denn es giebt Kräfte, die nicht ineinander übergeführt werden können. Daher ist Kraft mehr ein qualitativer, Energie mehr ein quantitativer Begriff, und die Quantität der potentiellen Arbeitsleistung in einem geschlossenen materiellen System bleibt unter allen Umständen konstant. Darum ist die Energie unzerstörbar, während es Kräfte giebt, die vernichtet werden können.

Dies letztere gilt namentlich von denjenigen Kräften, welche die Richtung einer Bewegung bestimmen. Schon das Brechungsvermögen kann dafür als Beispiel dienen; hier ein anderes. Wenn ein Zug in den Bahnhof einfährt, so ist ein gewisser Aufwand von Muskelarbeit erforderlich, um den Hebel der Weiche zu drehen, damit der Zug in die richtige Halle gerät. Träumt aber der Weichensteller, so kann er den Hebel mit genau dem gleichen Arbeitsaufwande verkehrt drehen: der Zug läuft nun mit voller Wucht auf einen zur Abfahrt bereiten Güterzug und richtet unsägliche Verwüstung an. So repräsentiert der Verlauf der Schienen auch eine Kraft, die, ohne Arbeit zu leisten, doch die gewaltige Masse beziehungsweise Energie des Eisenbahnzuges zwingt, sich in einer voraus bestimmten Richtung zu bewegen.

Auch in jeder Auslösung kommen der Kraftbegriff wie der Energiebegriff zur Geltung. Beim Abdrücken eines Gewehrs ist die auslösende Kraft zwar auch Energie, doch quantitativ viel geringer als die ausgelöste Menge von Energie. Die geringfügige Muskelarbeit des Fingers ist dennoch die Kraft, welche die Explosion bewirkt. Daher repräsentieren alle Transformatoren verschiedener Energieformen ineinander Kräfte, die den Arbeitsleistungen des Systems nicht vergleichbar zu sein brauchen. Solche Transformatoren sind gegeben in der Konfiguration eines Apparates; es sind Kräfte, die mit dem gleichen Aufwande von Energie die verschiedenartigsten Leistungen erzeugen können. Durch Zusammendrücken einer Spiralfeder bewirken wir, dass eine Pendeluhr eine Woche hindurch den Lauf der Zeit angiebt; durch Zusammendrücken einer genau gleichen Spiralfeder bewirken wir, dass ein anderes mechanisches System einen Walzer von Strauß

erklingen lässt; und durch Zusammendrücken einer dritten, den beiden ersten wiederum gleichen Feder setzt ein Kind einen kleinen Wagen in Bewegung, der dann einige Minuten lang im Zimmer umherläuft. Hier ist es nicht die Energie, von der die spezifische Leistung des mechanischen Systems abhängt, sondern es sind die in der Konfiguration, d. h. in der Form des Apparates gegebenen Kräfte, welche die Thätigkeit desselben bestimmen; neben diesen spielt die beim Aufziehen eingeführte Energie nur die Rolle einer untergeordneten Kraft, welche die für das Zustandekommen der besonderen Leistung unerlässliche mechanische Arbeit verrichtet. Ein Teil des Kraftinhaltes eines solchen Systems ist also in seiner Form, beziehungsweise in seiner Struktur gegeben.

Unter solchen Umständen kann somit die Form als Kraft auftreten, und es sind verschiedene Kräfte, die das eine Mal die mechanische Energie veranlassen, den ganzen Apparat fortzutreiben, das andere Mal ein Tonstück hervorzubringen, das dritte Mal einen Stunden- und Minutenzeiger langsam zu drehen. Die Form ist in diesen drei Fällen unter Verwendung der gleichen Energie das bewirkende, den Ausschlag gebende Agens.

Wir haben in den als Beispiele angeführten Mechanismen Kraft als Energie und Kraft als Form unterschieden, und zwar ist die letztere Kraft die herrschende, ihre Wirkung die vom Verfertiger des Apparates angestrebte; dem gegenüber der zum Betriebe nötigen Energie nur die Rolle eines Sklaven zufällt. Um einen kurzen Ausdruck dafür zu gewinnen, habe ich in früheren Arbeiten jene herrschenden, in der Konfiguration eines Systems gegebenen Kräfte Dominanten genannt und sie dadurch scharf von den Energieen unterschieden. Die Dominanten wirken auf die Energie ein und verwenden sie zu einem bestimmten Zwecke, während andererseits Dominanten ohne Energie zur Unthätigkeit verurteilt sind, wie jedes abgelaufene Uhrwerk zeigt. Nur in der Wechselwirkung von Dominanten und Energie kann die Thätigkeit eines Mechanismus sich geltend machen. Aktuell werden die Dominanten erst bei Wechselwirkung mit disponibler Energie, sonst verhalten sie sich potentiell, während die Energie ohne Lenkung durch Dominanten keine spezifischen Leistungen hervorbringen kann. Die Dominanten fungieren als Kräfte, ohne selbst mechanische Arbeit zu verrichten. Von größter Bedeutung ist aber, dass Dominanten und Energie kausal aufeinander einwirken.

Während jede Energie neben ihrer Qualität auch immer eine Quantität repräsentiert, sind die Dominanten nur Qualitäten; aber sie sind Kräfte, weil sie auf die Energie einwirken, weil sie dieselbe zwingen, sich in bestimmten Richtungen zu entwickeln, sie zerteilen und konzentrieren, sie richten und regulieren und eine Energieform in eine andere umwandeln.

Die Dominanten der Maschinen beruhen also auf der Struktur des Apparates, auf relativer Größe und Gestalt der Teile und auf ihrem Zusammenwirken. Aber der Begriff der Konfiguration und der Begriff der Dominanten sind darum nicht identisch. Im Begriffe der Dominanten symbolisiere ich erst die Wirkung der Konfiguration auf die Energien; die Konfiguration ist ein statischer, die Dominanten sind der entsprechende dynamische Begriff. Die Dominanten repräsentieren einen in der arbeitenden Maschine vorhandenen aktuellen und überenergetischen Zwang, durch sie wird die Energie genötigt, den in der Maschine verkörperten und immanenten Willen zu erfüllen; sie herrschen, die Energie verrichtet Sklavenarbeit[1]).

Dabei besitzt die Betriebsenergie ursprünglich eine von der Maschine unabhängige Selbständigkeit; sie tritt als ein Wert von gegebener Größe in die Maschine ein und tritt als solcher aus der Maschine wieder aus; nur im Bereiche der Maschine ist sie deren Dominanten unterworfen. Diese Dominanten haben niemals einen quantitativ bestimmbaren Wert, sondern sind Qualitäten, die mit dem Aufbau der Maschine entstanden und mit ihrer Zerstörung vergehen.

Seit Cartesius hat man die Organismen nach ihrer Struktur und ihren Leistungen den Maschinen verglichen. Dass dieser Vergleich nur bis zu einem gewissen Grade zutrifft, ist oft hervorgehoben worden und kommt hier nicht in Betracht. Uns veranlasst dieser Vergleich aber, zum Ausgangspunkte der ganzen Betrachtung zurückzukehren. Dort wurde festgestellt, dass in den Organismen und zwar im vollkommensten Repräsentanten derselben, im Menschen, zwei Gruppen von Kräften thätig sind, energetische Kräfte und psychische. Also ein Dualismus der Kräfte wie bei den Maschinen, wo den psychischen Kräften die Dominanten entsprechen. Wir wollen darum untersuchen, ob der cartesianische Vergleich es gestattet, auch die psychischen Kräfte und die Dominanten einander zu nähern.

Die Kräfte der Seele können wir einteilen in bewusste und unbewusste. Wenn auch im Menschen die ersteren im Vordergrunde stehen, so möchte ich doch zur Beschränkung der Aufgabe vom Bewusstsein absehen. Denn obgleich wir nicht daran zweifeln können, dass auch die höheren Tiere Bewusstsein besitzen, so lässt sich doch der Nachweis desselben für niedere Tiere und für Pflanzen nicht mit Sicherheit erbringen. Hier sollen aber diejenigen Kräfte erörtert werden, die in allen Organismen wiederkehren, und das sind unter den psychischen die unbewussten.

Auch der höhere Tierkörper ist wie jedes mechanische System ein

1) Kant's Definition einer Maschine lautet: „Ein Körper, dessen bewegende Kraft von seiner Figur abhängt, heisst Maschine." (Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, neue Ausgabe, Leipzig 1900, S. 72.)

krafterfüllter Raum. Er ist ein komplizierter Mechanismus, in welchem unter Leistung der verschiedenartigsten mechanischen Arbeit ein ununterbrochener Energiewechsel stattfindet. Die Arbeit dieser Betriebsenergie ist ebensowenig eine regellose, chaotische, wie in irgend einer Maschine. Auch im Organismus kann die Energie nur nutzbringend wirken, wenn sie reguliert und gerichtet, zerlegt und gesammelt wird durch lenkende Kräfte, durch Dominanten. Sobald wir von einer Maschinenstruktur und Maschinenarbeit der Organismen sprechen, ist eine unabweisliche Konsequenz, dass wir auch die Wirksamkeit von Dominanten neben der Energie, die in den Organismen überwiegend chemische Energie ist, zulassen.

Ich will diesen Gedanken hier nicht weiter ausspinnen, denn zunächst ist es mein Wunsch, das Interesse an den psychischen Kräften der Organismen, und zwar an den unbewusst psychischen, festzuhalten.

Unter diesen Kräften stehen die Instinkte obenan. Sie bilden eins der wichtigsten Probleme der Biologie. Beim Menschen weniger entwickelt, treten sie uns besonders bei gewissen Insekten in überraschender Vollkommenheit entgegen. Die Instinkte beruhen auf einer Art von Erbweisheit der Tiere. Sie bestehen in Handlungen, die nicht erlernt, sondern von den Vorfahren ererbt sind, und die wir doch nur den einstudierten, bewusst-intelligenten Handlungen eines Menschen vergleichen können. Darum haben wir Anlass, die Aeußerungen der Instinkte als Handlungen anzusehen, die einer unbewussten Intelligenz entspringen. Man hat mit Recht darauf hingewiesen, dass eine Arbeitsbiene mit vollendeter Sicherheit ihre Wachszellen baut, während ein Mensch, wollte er das gleiche leisten, dazu der Logarithmentafeln bedürfen würde. Die maschinenmäßige Sicherheit ist eine besonders bemerkenswerte Eigenschaft der Instinkthandlungen.

Die Instinkte sind erblich überkommene Anpassungen an gewisse Lebensaufgaben, physiologische Anpassungen, die man neben den morphologischen niemals vernachlässigen sollte. Wenn die Spinne ihr Netz webt, wenn die Raupe vor der Verpuppung sich einspinnt, wenn der Schmetterling die Schwingen regt, um Blumen und deren Honig aufzusuchen, von denen ihm nichts erzählt worden ist, wenn er seine Eier an Stellen ablegt, wo die auskriechenden Raupen Nahrung finden werden, so folgt er einem ähnlichen, erblich überkommenen Zwange, als wenn die Raupe sich zur Puppe wandelt, wenn in der Puppe der Saugrüssel, die langen Beine und die Flügel des Schmetterlings sich ausbilden, und wenn in bestimmten Schuppen des letzteren gelbe, rote oder blaue Farbstoffe zur Ausbildung gelangen.

Es erscheint uns somit der Instinkt so gut als Wirkung eines Erbzwanges wie jede einzelne Phase in der embryologischen Entwicklung irgend eines Tieres oder irgend einer Pflanze. Man hat Einwendungen erhoben gegen die Erblichkeit des Instinkts gerade bei den

Familien bildenden Insekten; wie mir scheint mit Unrecht. Man hat gesagt, die Arbeitsbiene könnte ihre so merkwürdigen Instinkte nicht ererbt haben, da weder die Mutter, die Königin, noch der Vater, die Drohne, diese Instinkte äußern, und da sie selbst unfähig zur Fortpflanzung ist. In Wirklichkeit dürften aber die Instinkte der Arbeitsbiene uns nur Anlass geben, unsere Vorstellungen von der Erblichkeit zu vervollständigen. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die Königin auch die Anlagen der Arbeitsinstinkte vererbt, dass diese Anlagen aber in ihr selbst wie in jedem ihrer Nachkommen mit entwickeltem Geschlechtsapparate latent bleiben, und dass sie nur zur Entfaltung gelangen in Weibchen, die geschlechtlich funktionslos sind, eben den Arbeitsbienen. So liefern uns gerade die Bienen ein wichtiges Beispiel korrelativer Vererbung und der Latenz von erblich in der Kette der Generationen übertragenen Anlagen.

Wenn ich somit den Instinkt aufgefasst habe als eine vererbbare physiologische Eigenschaft, wie es deren in jedem Tier und in jeder Pflanze viele giebt, so ist darum der Instinkt nicht minder eine psychische Kraft, und seine Erklärung bildet ein psychologisches Problem. Haben wir nun die ontogenetische Ausbildung des Instinkts in eine Linie gerückt mit der Ausbildung jeder anderen physiologischen Funktion und jedes Organs, das als Werkzeug einer solchen Funktion zu handeln bestimmt ist, so entsteht die Frage, ob nicht die Ausbildung aller jener Funktionen und der zugehörigen Organe auch ein psychologisches Problem darstellt, ob es nicht psychische Kräfte sind, eine unbewusste Intelligenz, die aus jedem Akte der Entwicklungsgeschichte zu uns spricht; ob ein wesentlicher Unterschied darin besteht, wenn die Spinne ein Netz webt zum Fang ihrer Beute, oder wenn sie entwicklungsgeschichtlich ihre Beine mit einem Chitinpanzer umscheint und ihre Mundwerkzeuge oder ihre Spinndrüsen ausbildet; wenn der Dachs seinen Wintervorrat als Fett unter der Haut ansetzt, oder wenn der Hamster ihn in Gestalt von Körnern in seinen Bau zusammenträgt.

Als Botaniker habe ich fast zu lange schon bei Beispielen aus dem Tierreiche verweilt; ich möchte nun hervorheben, dass es kaum eine Erscheinung im Pflanzenleben giebt, auf die sich der Gesichtspunkt des instinktiven Handelns nicht anwenden lässt. Die Kürze der Zeit zwingt mich zur Beschränkung auf wenige Beispiele. Die merkwürdigen Eigenschaften des Geotropismus bestehen darin, dass die Pflanze sich der ihr durch geeignete Zwischenmechanismen zu Gebote stehenden Energie der Erdschwere bedient, um mit Hilfe derselben ihre Achsen verschieden zu richten. Die Primärachse des Stengels findet ihre stabile Gleichgewichtslage im Erdradius, die Primärachse der Wurzel desgleichen, doch beide wachsen in entgegengesetzter Richtung. Dadurch wird ermöglicht, dass die Laubkrone eines Baums sich in die Luft und zum Lichte emporreckt, während das gesamte

Wurzelsystem unter den Boden versenkt wird. Würden die Seitenachsen in gleicher Weise auf die Schwere reagieren, wie die Hauptachse, so würde jeder Baum aus einem vertikalen Bündel verwachsener Aeste bestehen und jedes Wurzelsystem aus einem entsprechenden senkrecht in den Boden eingetriebenen Pfahl. Da aber die Seitenachsen von Wurzel und Stamm in ganz anderer Weise auf die Gravitation reagieren, so vermag die Krone am Lichte sich auszubreiten und das Wurzelsystem in zahllosen Fasern den Boden in weitem Umkreise um die Hauptwurzel zu durchsetzen, was beides für die Ernährung der Pflanze ein Gebot der Notwendigkeit ist. Jeder Versuch einer rein energetischen Erklärung dieser Erscheinung scheitert; wir müssen uns vorstellen, dass Kräfte, die sich den Instinkten der Tiere vergleichen lassen, die Energien in ihren Dienst zwingen, um damit eine das Leben der Pflanzen sichernde Handlung auszuführen, eine Handlung, die sich wie jede instinktive Handlung mit automatischer, maschinenmäßiger Sicherheit vollzieht, und welche diese Sicherheit einem Erbzwange verdankt. Mit den verwickelten Erscheinungen des Heliotropismus des Stengels und der Blätter steht es nicht anders, sie verlaufen denen des Geotropismus im ganzen analog, und mag darum der einfache Hinweis genügen. Aber auch die Absonderung des Honigs in den Blumen, die Aufnahme bestimmter Nährstoffe aus dem Substrat, die Ausbildung von Verbreitungsmitteln an Früchten und Samen sind instinktive Handlungen, und schließlich werden wir nicht umhin können, alle mit dem Zwange der Notwendigkeit sich vollziehenden erblichen Bildungen hier anzuschließen. Auch die Chlorophyllbildung und die Chlorophyllfunktion sind ererbt sogut wie das Vermögen zu atmen und die Zellkerne mitotisch zu teilen und können in diesem Sinne als instinktive Eigenschaften angesehen werden.

Die Erblichkeit chemisch oder sonst irgendwie ausschließlich energetisch erklären zu wollen, halte ich für ein vergebliches Bemühen. Spielt zweifellos chemische Energie in diesem wie in jedem anderen physiologischen Prozesse eine bedeutsame Rolle, so kommen doch die energetischen Kräfte in den Organismen so wenig wie in den Maschinen über die Rangstufe *dienender* Kräfte hinaus. Würden sie die Herrschaft ausüben, so würde nur ein zuletzt in stabilen Verbindungen endendes Chaos von Stoffbewegungen bestehen können, doch niemals ein harmonisch geordneter und gesetzmäßig funktionierender Organismus. Zudem fehlt es auf dem weiten Gebiete der Chemie an jedem Beispiel, an jeder Analogie, um daraus das Wesen der Vererbung oder irgend eines anderen instinktiven Vorgangs auch nur hypothetisch erklären zu können. Verschiedene Stoffe und Reagentien wirken nur gesetzmäßig zusammen, wenn sie von einem Chemiker richtig gehandhabt werden, wenn ihre Energie von seiner kundigen Hand, seiner Intelligenz gelenkt und geleitet wird. Darum kann man auch ein

Tier und eine Pflanze oder ein Organ derselben wohl einer chemischen Fabrik, in der neben den chemisch-energetischen auch intelligente, psychische Kräfte thätig sind, vergleichen, niemals aber sie als eine blosse Summe von Stoffen auffassen.

Es giebt ein lebloses Instrument, dessen Verhalten eine gewisse, auch immer noch recht entfernte Analogie zum Vererbungsprozesse darbietet, es ist dies der Phonograph. Wie ein Gedicht, eine Rede, in den Phonographen hineingesprochen, auf der Platte desselben sich gewissermaßen als latente Anlage kondensiert, um sich später unter der Mitwirkung elektrischer Energie von neuem zu entfalten, so halten die Eigenschaften des Tier- und Pflanzenkörpers in die Keimzelle ihren Einzug, um hier latent zu werden und sich später im Verlaufe des embryologischen Prozesses zu entwickeln und die Eigenschaften der Eltern zu reproduzieren. Damit hat sich wenigstens in dynamischer Hinsicht auch die Vererbung einem Vorgange auf dem Gebiete der Maschinen vergleichen lassen.

Somit wären wir wieder bei der Cartesianischen Lehre von der Maschinenstruktur und der Maschinenfunktion der Organismen angelangt, nachdem ich bereits die unbewusst intelligenten Instinkte als psychische Kräfte hingestellt hatte, die mit maschinenmäßiger Sicherheit handeln. Dieser letztere Umstand scheint mir die größte Aufmerksamkeit zu verdienen.

Wenn wir die automatische Thätigkeit einer Taschenuhr, einer Spieldose, einer den komplizierten Betrieb einer Fabrik aufrecht erhaltenden Kraftmaschine ins Auge fassen, sollten wir da fehl gehen, wenn wir diese Thätigkeiten einer unbewussten, den Maschinen innewohnenden Intelligenz zuschreiben? Wenn wir von den unbewußten Aeußerungen einer Maschinenseele sprechen? Auf den Bahnhöfen großer Städte finden wir Automaten, die uns auf den Einwurf eines Geldstückes eine Fahrkarte verkaufen; mag diese Thätigkeit auch eine noch so einseitige, meinetwegen noch so mechanische sein, gelangen in ihr nicht psychische Kräfte zur Geltung, welche die zur erforderlichen mechanischen Arbeit in Anwendung kommende Energie beherrschen und sie nur als Dienerin einer unbewusst intelligenten Handlung erscheinen lassen? Sicher besteht hier ein Dualismus der Kräfte: herrschende überenergetische und dienende, Arbeit verrichtende; zerschlagen wir den Automaten, so sind die ersteren vernichtet, während jede verbrauchte Energie irgendwo ihr Aequivalent findet.

Vergleiche dieser Art haben in mir die Hypothese[1]) geweckt, dass eine Analogie besteht zwischen den Dominanten der Maschinen und den

1) Diese Hypothese wie auch die übrigen im Vortrage entwickelten Gedanken werden eingehend erörtert in meinem soeben im Druck vollendeten Buche „Einleitung in die theoretische Biologie, Berlin, Gebr. Paetel.

unbewusst psychischen Kräften der Organismen, ja sie haben es mir wahrscheinlich gemacht, dass beide von der Struktur des Apparats abhängen und darum im wesentlichen identisch sind. Diese meine Anschauung möchte ich als die mechanistische Auffassung des Lebens bezeichnen, oder, wenn man dies lieber will, als die mechanistisch-vitale. Ihr Kern besteht darin, dass den in den Organismen arbeitenden Energien nur der Wert dienender Kräfte zukommt, die beherrscht werden von den Gesetzen der Form und den aus ihr sich ergebenden Kräften.

Ich glaube, dass diese Auffassung durchaus verschieden ist vom sogenannten Vitalismus, der in der Lebenskraft herrschende und dienende Kräfte zusammenwarf. In der Physiologie der Pflanzen und Tiere von einer Lebenskraft zu sprechen, scheint mir soviel Sinn zu haben, als wollte man in der Technik eine Maschinenkraft gelten lassen, die bald Taschenuhren, bald Lokomotiven, bald Phonographen in Scene setzt. Darum sollte von der Lebenskraft füglich nicht länger die Rede sein.

Auf der anderen Seite ist es unmöglich, mit der Energetik zur Erklärung der Lebenserscheinungen auszukommen. Die Energetik ist für die Physiologie so unzulänglich wie für die Maschinenkunde, denn in jeder Maschine sind die Transformatoren der Energie nicht weniger wichtig, als die Energie selbst. Im Betriebe einer chemischen Fabrik, in einer thätigen Maschine, in einem Organismus sehen wir zahlreiche energetische Elementarprozesse in harmonischer, d. h. notwendiger und gesetzmäßiger Verknüpfung ablaufen. Diese gesetzmäßige Folge jener Elementarprozesse ist aber keine Funktion der Energie selbst, sondern eine Leistung von Kräften, die über der Energie stehen und sie beherrschen, von Kräften, die ich bei Tieren und Pflanzen als unbewusst psychische Kräfte aufgefasst habe.

Meine Hypothese geht also dahin, dass jene psychischen Kräfte der Organismen Dominanten sind, d. h. dass sie von der Konfiguration des Organismus, beziehungsweise von der unsichtbaren Struktur des Protoplasma abhängen. Wenn sie keine Dominanten wären, so könnten sie nur eine besondere Art von Energie sein, und eine solche Annahme würde uns wieder ganz nahe an die Lebenskraft heran führen. Die Dominanten denke ich mir gebildet durch die Konfiguration der wägbaren Materie — wären die unbewussten Seelenkräfte Aeußerungen einer besonderen Energie, so könnten wir uns diese nur getragen denken von einer unwägbaren Materie und würden damit die Annahme eines imponderablen Seelenstoffes gar nicht vermeiden können.

Allein die psychischen Kräfte sind den energetischen übergeordnet, und schon dieser Umstand spricht dagegen, sie als eine besondere, über den anderen stehende Energieform aufzufassen, weil die uns bekannten Energiearten einander quantitativ gleichwertig sind. Auch

lassen die psychischen Kräfte, beziehungsweise die Dominanten, sich nicht ineinander verwandeln wie die Energien.

Zu den unglücklichsten Lehren der modernen Psychologie rechne ich den sogenannten psychophysischen Parallelismus, wonach kausale Wechselbeziehung zwischen Seele und Leib unmöglich sein soll. Wenn man dies Prinzip zulässt, statuiert man damit einen klaffenden Riss durch die Kausalität der belebten Natur. Für mich unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass jenes Dogma eine philosophische Absurdität ist, und dass für den Bereich der unbewussten wie der bewussten Seele kausale Wechselbeziehungen zwischen den Seelenkräften und den materiellen beziehungsweise energetischen Systemen vorkommen, die als Träger der Seelen dienen. Während ich zu Ihnen spreche, wirkt meine Seele, wirken meine Gedanken durch den Willen auf die Muskulatur des Kopfes und durch diese energetisch d. h. arbeitsleistend auf die Außenwelt durch Erregung von Schallwellen. Wenn Sie meine Worte hören, wirkt das materielle System der Luftwellen durch den Zwischenmechanismus der Nerven kausal auf Ihre Seelen ein — wer vermöchte sich der Wahrheit dieser Thatsache zu verschließen. Ganz das Nämliche gilt aber auch von der Wirkung der unbewusst psychischen Kräfte auf das materielle Substrat eines Organismus und von der Wirkung der Dominanten einer Maschine auf deren Betriebsenergie; und umgekehrt werden die Dominanten der Maschine erst dadurch aktiviert, dass man derselben Betriebsenergie zuführt. Auch dieser Gedankengang unterstützt meine Auffassung, dass die unbewusst psychischen Kräfte in den Pflanzen und Tieren Dominanten sind.

Was endlich das Bewusstsein und die bewussten Seelenkräfte anlangt, so tritt uns in ihm ein tiefes Geheimnis der Biologie entgegen, von dem auch nur einen Zipfel des Schleiers zu lüften bis jetzt nicht gelungen ist. Da aber der Mensch unzweifelhaft zur belebten Natur gehört, ist auch das Bewusstsein unter die Probleme der Biologie zu rechnen. Jedenfalls ist die bewusste Intelligenz des Menschen von der unbewussten total verschieden schon darum, weil sie genötigt ist, die von ihr abhängigen Fertigkeiten zu lernen. Bei den instinktiven psychischen Funktionen wird das spezielle Können vererbt; bei den bewussten wird nur die Fähigkeit vererbt, das spezielle Können durch Lernen zu erwerben. Somit haben wir es im Menschen, dem Höhepunkt in der Entwicklung des Lebendigen, in dynamischer Hinsicht mit einer Trias zu thun, die der alten Einteilung in Leib, Seele und Geist einigermaßen entspricht, und die wir bei dem heutigen Stande der Biologie bezeichnen können als Energie, Dominanten und bewusste Seelenkräfte. Ueber die Natur der letzteren vermögen wir uns keine Vorstellung zu bilden, die den Vergleich mit einer bekannten Naturerscheinung gestattet. Jede Erklärung besteht aber in einem glücklichen Vergleiche des zu Erklärenden mit etwas Bekanntem.

Doch lassen wir das Bewusstsein bei Seite. Energie und Form sind die Grundlage, auf der die Probleme der Biologie sich aufbauen. Da die Betriebsenergie der Organismen im wesentlichen chemische Energie ist, so sind es die Stoffe, aus denen Form wie Energie gebildet werden, und ich unterscheide darum in den Pflanzen und Tieren zwei Gruppen von Stoffen, Baustoffe und Arbeitsstoffe. Die Baustoffe sind es, welche die Form konstituieren, vom Chitinpanzer eines Gliedertiers und den Zellwänden der Pflanze bis zur unsichtbaren Konfiguration des Protoplasma hinab; sie bestimmen die Dominanten des Organismus. Die Arbeitsstoffe hingegen liefern durch ihre chemische Umlagerung die zur Unterhaltung der Lebensbewegungen erforderliche kinetische Energie, sie sind es, die vorzugsweise den Stoffwechsel ausmachen, einen Strom von Energie, der von außen her in den Organismus eintritt, um ihn nach geleisteter Arbeit wieder zu verlassen, wie das Wasser bei einer Mühle. Mit dieser Einteilung soll nicht gesagt sein, dass beide Kategorien von Stoffen immer streng voneinander geschieden sind. Sie können es sein; so sind z. B. der Schwefelwasserstoff und der Schwefel bei Beggiatoa, die im Leben dieses Organismus eine große Rolle spielen, immer nur Arbeitsstoffe aber nie Baustoffe, indem sie im Atmungsprozess der Zellen verbrannt werden. Wohl aber kann Organeiweiß, wenn Mangel an Arbeitseiweiß eintritt, sofern es nicht ganz unentbehrlich ist, der Zersetzung anheimfallen, wie auch Kohlenhydrate sowohl als Baustoffe wie auch als Arbeitsstoffe zu dienen vermögen, z. B. der Traubenzucker bei Pflanzen, indem er teils veratmet, teils zu fester Zellwandsubstanz umgewandelt wird. Aber physiologisch und dynamisch, worauf es hier ankommt, ist der gemachte Unterschied ein wesentlicher.

So wenig es aber einen Taschenuhrenstoff, einen Spieldosenstoff u. s. w. giebt, so wenig darf von einem Augenstoff, einem Ohrenstoff, einem Staubfadenstoff u. s. w. die Rede sein. Immer handelt es sich um Synthesen und Zersetzungen von Kohlenstoffverbindungen, deren gesetzmäßiger, mit Notwendigkeit sich vollziehender Ablauf nur durch Dominanten geregelt werden kann, wobei allerdings die Bildung einer Verbindung an sich schon als Dominante für die Erzeugung einer anderen zu dienen vermag, als Reiz morphologische Bildungen auslösen kann, wie uns das bei den Gallenbildungen ad oculos demonstriert wird. Aber auch in den Fällen, wo Stoffe durch Ausübung eines morphogenen Reizes besondere Wachstumserscheinungen hervorrufen, thun sie dies nicht durch rein energetische Wirkung, sondern dadurch, dass sie auf ein gegebenes System von Dominanten einwirken und dies soweit verändern, dass es von den bisherigen abweichende Bildungen hervorbringt. Weder die chemischen Arbeiten im Organismus noch die Gestaltungen, sie mögen sein, welche sie wollen, sind ohne das Zusammenwirken von chemischer Energie und von Dominanten verständlich.

Durch die Möglichkeit energetischer Einwirkung auf das Dominantensystem eines Tiers oder einer Pflanze ist die Form derselben als eine nicht unabänderliche bestimmt; und das ist für unsere Vorstellung von den die Organismen beherrschenden Kräften von hoher Bedeutung. Diese Erscheinung liefert den Schlüssel zum Verständnis der Mannigfaltigkeit und der Variabilität.

In jeder Zelle, in jeder Pflanze, in jedem Tier sind zweierlei Kräfte zu unterscheiden, dienende und arbeitende, die Energien, und herrschende, lenkende, die Dominanten. Beide sind für den Bestand des Lebens gleich notwendig und beide vermögen kausal aufeinander einzuwirken.

Im instinktiven Handeln der Insekten treten die Dominanten als psychische Kräfte hervor, aber ein prinzipieller Unterschied zwischen jenen Instinkthandlungen und aller gestaltenden und sonstigen Thätigkeit des Tier- und Pflanzenkörpers lässt sich nicht feststellen. Dadurch fällt für die Biologie das Problem der Dominanten mit dem psychischen Problem zusammen, sofern wir vom Bewusstsein absehen. Darum sollte bei den physiologischen Arbeiten des neuen Jahrhunderts das psychische Problem nicht unberücksichtigt bleiben. Haben wir alle doch nur ein einziges Ziel vor Augen, nämlich die Wahrheit zu erkämpfen; die Wahrheit, mag sie uns gefallen oder nicht. Lichtenberg aber sagt: „Die Wahrheit finden wollen ist Verdienst, wenn man auch auf dem Wege irrt.“ [89]

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

(Schluss.)

IV. Ueber das Wesen der Korrelation.

Es sei zuerst das Verhältnis der Entwicklungsgeschichte zur Morphologie kurz charakterisiert. Wir sehen, dass sich die Erscheinungen verändern; die Veränderung ist außerhalb der organischen Natur ebenso wie innerhalb derselben zu konstatieren. Ebenso, wie es eine Mannigfaltigkeit der Erscheinungen im Raume (Körper) giebt, giebt es auch eine solche in der Zeit (Veränderungen). Unter beiden Arten der Mannigfaltigkeit giebt es solche Erscheinungen, welche miteinander kontinuierlich zusammenhängen: im Raume z. B. ein Stein, eine Wolke, in der Zeit die Lagen der sich bewegenden Mücke der Umgebung gegenüber. Dieser Zusammenhang der Erscheinungen kann allgemein nur durch die Kontinuierlichkeit charakterisiert sein; es giebt aber andere Erscheinungen im Raume und in der Zeit, welche neben der Kontinuierlichkeit des Zusammenhanges noch durch andere Eigen-

schaften charakterisiert sind, wie z. B. eine Kugel, deren Punkte alle in Bezug auf den Mittelpunkt regelmäßig angeordnet sind, so dass man diese Regelmäßigkeit z. B. in der analytischen Geometrie durch eine Gleichung ausdrücken kann.

Ebenso ist ein Stück Eisen neben den räumlichen Beziehungen auch durch bestimmte chemische und physikalische Eigenschaften ausgezeichnet. Die nacheinander folgenden Zustände eines frei fallenden Steines sind nicht nur kontinuierlich untereinander verbunden, sondern sie folgen auch den Gesetzen des freien Falles u. s. w. Man kann derlei Erscheinungen, welche neben der räumlichen oder zeitlichen Kontinuierlichkeit noch durch andere Eigenschaften als eine einheitliche Gruppe bildend charakterisiert sind, allgemein als Einheiten bezeichnen. Es muss darauf ein ganz besonderer Nachdruck gelegt werden, dass derlei Einheiten nur Einheiten im Begriffe sind, nicht thatsächliche Individualitäten. So z. B. bilden die Zustände eines frei fallenden Körpers eine Einheit in Bezug auf den Begriff des freien Falles; wenn man aber Pendelbewegungen studiert, so kann man zwar viele hierher gehörige Erscheinungen als diejenigen des freien Falles betrachten, man bildet aber dabei eine andere Einheit, einen anderen Begriff, den der Pendelbewegung. Auch der aufsteigende Ballon steht selbstverständlich nicht außerhalb dieses Gesetzes, doch wird er unter dem Begriffe des Schwimmens behandelt.

Die Erscheinungen sind in allen drei Fällen teilweise einander gleich, nur werden sie nicht zu einem Begriffe zusammengefasst. Ebenso kann man die gesamten Erscheinungen, welche den Menschen charakterisieren, unter sehr vielen Gesichtspunkten als Einheit betrachten: man kann die Erscheinungen seiner Ontogenie unter einen Begriff zusammenfassen, oder diejenigen seines Körperbaues, seiner Lebensweise u. s. f. In den Begriff der Ontogenie des Menschen werden die Erscheinungen des fertigen Körpers mit aufgenommen, welche teilweise unter den Begriff des Körperbaues gehören u. s. w. Den physikalischen Erscheinungen gegenüber ist in der Biologie die Begriffsbildung insofern erleichtert, als hier der Begriff Mensch nicht erst künstlich konstruiert werden muss (wie z. B. der freie Fall eines Körpers), sondern dass er uns schon gegeben ist, oder um mich konsequenter auszudrücken, die Erscheinungen, welche wir zu dem Begriffe Mensch zusammenfassen, sind so natürlich miteinander verbunden, dass man auf den Begriff des Menschen ohne jede tiefere Abstraktion kommt. Auch andere biologische Begriffe, z. B. der Begriff der Extremität, der Verdauung, des sozialen Lebens sind viel natürlicher als etwa die Begriffe (Gesetze) der Zerstreuung des Lichtes oder der strahlenden Wärme.

Unter den mannigfachen Begriffen, welche alle den Namen Mensch tragen, giebt es auch den Begriff der Ontogenie des Menschen. Diesen Begriff kann man sich bildlich etwa so vorstellen: wie der entwickelte

Mensch viele gleichzeitig vorhandene Organe besitzt, welche eine bestimmte Lage gegeneinander haben, so hat er, sich entwickelnd, Stadien der Entwicklung, welche eine bestimmte zeitliche Lage gegeneinander haben, und wie neben einem bestimmten Organ ein ganz bestimmtes anderes liegt, so folgt nach einem bestimmten Stadium ein anderes ganz bestimmtes; man könnte bildlich sagen, dass die Entwicklung des Menschen eine in die Zeit projiciierte Form desselben sei.

Das Charakteristische der sich entwickelnden Organismen ist zuerst, dass die Entwicklungsstadien nicht beharren, dann, dass sie zu einem bestimmten Ziele gerichtet sind; das erstere haben sie mit allen Erscheinungen gemeinsam, das letztere ist speziell für die ontogenetischen Erscheinungen charakteristisch. Wenn man die Frage so formuliert, wie es kommt, dass ein Zustand nicht beharrt, sondern in der Zeit wechselt, so wird man die Beantwortung dieser Frage für ebenso schwierig halten, wie derjenigen, warum es eine Mannigfaltigkeit im Raume giebt. Innerhalb der Biologie bleibt kaum etwas anderes übrig, als die Veränderung als letzte Thatsache hinzunehmen und nur die Entwicklungserscheinungen zu untersuchen. Ich zweifle, ob es gelingen wird, einmal zu begreifen, warum die Entwicklung der Organismen zielbewusst ist; es ist möglich, dass auch hier nichts anderes übrig bleiben wird, als diese Zielstrebigkeit zu nehmen, wie sie ist, und nur ihre Details zu untersuchen.

Neben den ontogenetischen giebt es solche biologische Erscheinungen, welche als zugleich vorhanden betrachtet werden können, wie z. B. die Struktur des erwachsenen Tieres, oder auch eines ganz bestimmten Entwicklungsstadiums. Es sei nochmals bemerkt, dass dieses Zugleichsein nur ein Zugleichsein im Begriffe, nicht immer in der Erscheinung ist; um dies zu erläutern, seien einige Beispiele angeführt. Es ist unmöglich, die Struktur eines Organismus sich vollständig und auf einmal vorzustellen; nicht nur ist es nötig, das Tier Stück für Stück (also nacheinander) zu beobachten, sondern man behält auch nicht die Vorstellungen von allen Teilen des Tieres auf einmal vor den Augen; doch bilden wir den Begriff der Struktur des Organismus als ein Zugleichsein im Raume. Wichtiger ist, dass auch ein Nacheinandersein in der Erscheinung (nicht nur in der Betrachtung desselben) als Zugleichsein im Begriffe aufgefasst werden kann, so z. B., um zuerst ein nichtbiologisches Beispiel anzuführen, wenn man die Pendelbewegungen untersucht, so sieht man Bewegungen, also Veränderungen; aber wenn man zwei Pendelbewegungen an demselben Orte vergleicht, etwa die eine durch die andere misst, so kommt man auf den Begriff der Zeit nicht, es entscheidet nur die Länge des Pendels. Ebenso in der Biologie; aus der Thatsache, dass, wenn von den paarigen Organen das eine zerstört wird, das andere an Größe und Leistung zunimmt, schließen wir weit weniger auf die konstante Nacheinanderfolge dieser

Erscheinungen, als vielmehr auf das Verhältnis (Gleichgewicht), in welchem diese paarigen Organe dem Körper gegenüberstehen. Aus der Thatsache, dass ein Spinalnerv, distal vom Spinalganglion durchschnitten, in seinen peripheren Teilen degeneriert, schließen wir nicht nur darauf, dass diese Degeneration die Folge der Durchschneidung ist, sondern auch auf die Abhängigkeit des Spinalnerven von den Spinalganglien.

Diese Verhältnisse werden fast allgemein übersehen; man glaubt, dass die in der Zeit verlaufenden Erscheinungen auch nur als in der Zeit voneinander abhängig betrachtet werden können, und daraus folgert man, dass die Erscheinungen nur nach dem Kausalverhältnis begriffen werden können, oder was dasselbe heißt, dass wir nur Veränderungen konstatieren können. Dem gegenüber behaupte ich, dass es zwar ein großes Gebiet der Erscheinungen giebt, für welche die Zeitfolge charakteristisch ist, aber auch sehr viele andere, welche zwar auch in der Zeit, vielleicht in ihrer Entwicklung beobachtet werden müssen, welche aber ihrem Begriffe nach als zugleich seiend vorgestellt werden müssen.

Um das Problem noch deutlicher hervortreten zu lassen, führe ich noch einige nichtbiologische Beispiele an. Das Gleichgewicht an einem Hebel wird experimentell, d. h. durch die Beobachtung der Veränderungen in der Lage des Hebels ermittelt; das Endresultat dieser experimentellen Prüfung berichtet nichts über die beobachteten Veränderungen, sondern drückt nur das Verhältnis zwischen der Länge der Arme und der Größe der Kraft aus. Wenn nun ein konkreter Hebel gegeben ist, so kann man nach jenem ermittelten Verhältnis auf die Gesetzmäßigkeit seiner Veränderungen schließen. Erst wenn dieser Hebel und eine bestimmte Lage desselben gegeben ist, kann man auf die Folgeerscheinungen einer Veränderung in der Verteilung der Kräfte auf demselben schließen. — Man untersucht die Brechung des Lichtes an der Grenze zweier durchsichtiger Medien, indem man den Einfallswinkel variiert; nicht nur wird hier das Experiment in der Zeit ausgeführt, sondern das Licht selbst wird als sich bewegend (fortpflanzend) betrachtet, und doch drückt das Endresultat nur ein trigonometrisches Verhältnis $\left(n = \frac{\sin i}{\sin r}\right)$ aus, an welchem gar nichts Zeitliches zu sehen ist. Diese Gleichung oder dieses Gesetz sagt auch nichts von einer Wirkung[1]), denn es wird durch dieselbe nicht gesagt, dass es etwa die Medien sind, welche die Lichtbrechung bewirken; sondern nur, dass, wo immer die Lichtbrechung beobachtet wird, sie nach jenem Verhältnis geschieht. Was in jedem einzelnen Falle die Ablenkung des Lichtes von seiner Bahn, ob das erste oder das zweite Medium, verursacht hat, das kann man aus jener Gleichung nicht herauslesen.

1) Wie es Roux darzustellen sucht.

— Viele Krystalle verändern ihre Form während ihres Wachstums, aber es fällt niemanden ein, in die Definition der Krystallform die Art ihrer Entstehung aufzunehmen.

Wenn eine Gruppe von Erscheinungen als eine zugleichseiende Einheit betrachtet wird, werden ihre Elemente in bestimmte Abhängigkeit voneinander gesetzt, die Art der Abhängigkeit charakterisiert die Erscheinung als Einheit. Dieses Abhängigkeitsverhältnis der einzelnen unter die Einheit subsumierten Erscheinungen kann allgemein als Korrelation derselben (= Verhältnis gegeneinander) betrachtet werden. So stehen die Länge der Arme und die Gewichte an einem Hebel in Korrelation, wenn sie in Bezug auf das Gleichgewicht des Hebels betrachtet werden, wodurch gesagt wird, dass jede bestimmte Länge eines Armes (gegenüber dem zweiten konstanten) ein ganz bestimmtes Gewicht verlangt, wenn das Gleichgewicht erhalten werden soll. Wird der Einfallswinkel des Lichtes an der Grenze zweier Medien gegeben, so ist dadurch schon der Brechungswinkel gegeben.

Es kann demnächst die Korrelation folgendermaßen formuliert werden: Wenn man aus der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen eine Gruppe derselben zu einer begrifflichen Einheit zusammenfasst, nennt man das beständige Verhältnis dieser Erscheinungen die Korrelation derselben. In dieser weiteren Fassung wird der Begriff der Korrelation auch außerhalb der Biologie sehr häufig angewendet.

1. Alle geometrischen Sätze kann man als nach dem Schema der Korrelation gebaut betrachten. In dem Satze: Die Summe der Winkel in einem Dreiecke ist gleich 180°, ist von keiner Wirkung, sondern nur von dem Verhältnis der Figur und ihrer Winkel die Rede. Die Korrelation kann aus diesem Satze folgendermaßen herausgelesen werden: Sofern es einen Begriff des Dreieckes giebt, stehen seine Winkel in einer solchen Korrelation, dass, wenn einer derselben gegeben ist, dadurch auch die Summe der zwei anderen mitgegeben ist (und umgekehrt); oder: wenn ein Winkel sich verändert, muss auch die Summe der zwei anderen verändert werden. — Bei dem Begriffe des Kreises denkt man nicht an die spezielle Art seiner Entstehung, sondern an den gleichen Abstand aller seiner Punkte von dem Mittelpunkte, mag nun diese Bedingung wie immer realisiert werden. Als korrelativ kann man nun die Punkte des Kreises betrachten, wenn man z. B. behauptet, dass durch drei Punkte eines Kreises sämtliche andere gegeben sind, oder dass die Lage und Größe des Kreises in einer Ebene von dem Mittelpunkte und der Länge des Radius abhängig sind. — An diesen geometrischen Beispielen sieht man zugleich, wie die Korrelation an den Begriff (an die Einheit) gebunden ist. Es wird durch die geometrischen Definitionen nicht konstatiert, dass es irgendwo in der Welt Figuren giebt, wie sie die Geometrie konstruiert, sondern es

wird bloß behauptet, dass, wenn es solche Figuren giebt, sie die bestimmten Eigenschaften haben; es wird ein Begriff des Dreieckes, der Ellipse, des Ellipsoids gebildet, ohne daran zu denken, oder darauf ein besonderes Gewicht zu legen, wo und wann ein solcher Begriff realisiert ist.

2. In der Physik werden die Erscheinungen als korrelativ betrachtet, wenn man nicht an eine Wirkung, sondern an das Verhältnis der Erscheinungen denkt. In der Physik geht die Abstraktion so weit, dass sie die Zeit als nur durch eine Dimension charakterisiert, und es können dann auch die in der Zeit vor sich gehenden Erscheinungen als korrelativ betrachtet werden, sofern sie nur die Bedingung erfüllen, dass sie als begrifflich zugleichseiend betrachtet werden. So z. B. wird die Bahn eines frei fallenden Körpers durch die Gleichung $s = {}^1/_2 gt^2$ ausgedrückt, wodurch nichts von einer Wirkung oder Nachfolge behauptet wird, sondern nur, dass zwischen der Bahn, der Acceleration und der Zeit eine Korrelation konstatiert worden ist. Die Korrelation besteht darin, dass zu jedem gegebenen s ein bestimmtes Produkt gt^2 gehört, oder zu jedem t an demselben Orte ein ganz bestimmtes s — sofern man den Begriff des frei fallenden Körpers im Auge behält, denn in der Wirklichkeit können zu dem Durchlaufen derselben Bahn verschiedene Zeiten nötig sein, wenn durch den Widerstand der Luft, des Wassers u. s. f. der Fall komplizierter wird.

3. Innerhalb der Biologie kann man Korrelationen überall da konstatieren, wo man durch Vergleichung zu allgemeineren Begriffen gelangt. Dass man vergleichend zu keiner Erkenntnis über die Ursachen (Antecedentien) gelangen kann, ist offenbar, da man durch die Vergleichung zu keiner neuen, außer dem zu vergleichenden Materiale liegenden Thatsache gelangen kann. Den Menschenkörper mit dem Affenkörper vergleichend, kann man nichts anderes erkennen, als worin sie einander ähnlich, worin unähnlich sind. Wie sie aber zu dieser Aehnlichkeit gekommen sind, das aus der Vergleichung zu erkennen, ist offenbar unmöglich[1]). Durch die vergleichende Methode werden aus der Mannigfaltigkeit der biologischen Erscheinungen die in irgend einem Punkte ähnlichen zu Begriffen zusammengefasst, welche

1) Ganz gewiss erkennt man nicht durch die vergleichende Methode, dass ein Organismus aus einem anderen entsprungen ist, wie man sogleich bemerkt, wenn man statt Organismen Maschinen nimmt; daraus, dass zwei Maschinen ähnlich gebaut sind, kann man doch nicht schließen, dass sie auseinander sich entwickelt haben. Erst wenn man die Thatsache hinzunimmt, dass die sich auseinander entwickelnden Organismen einander ähnlich sind, kann man auf die Wahrscheinlichkeit der Blutverwandtschaft der ähnlichen Organismen schließen. A priori ist es gar nicht einzusehen, dass aus einem Organismus nur ein ihm ähnlicher anderer entstehen kann.

sich voneinander einerseits durch ihren Inhalt, andererseits durch ihren Umfang unterscheiden. Dem Inhalte nach werden Begriffe gebildet, wie z. B. Hand, Säugetier, Exkretion; dem Umfange nach Hand, vordere Extremität, Extremität.

Der Begriff, den man auf Grund der Vergleichung gewinnt, hat als solcher keinen Anspruch darauf, dass er irgendwo (bei Plato in der Idee) oder irgendwann (bei Darwin als Urvater der unter den Begriff subsumierten Individuen) thatsächlich existieren muss. Wenn man behauptet, dass die Bahn des frei fallenden Körpers $s = {}^1/_2 gt^2$ ist, so wird dadurch nicht behauptet, dass ein Körper irgendwo oder irgendwann so gefallen ist, sondern nur, dass man die Bahn, die Acceleration und die Zeit in ein Abhängigkeitsverhältnis bringen kann, welches durch jene Gleichung ausgedrückt wird. Ebenso wird durch die Aufstellung des Begriffes Säugetier nichts über das Vorhandensein eines Organismus ausgesagt, welcher bloß Säugetier (nicht eine Species) wäre, sondern nur, dass das Wesentliche einer Gruppe der Tiere zusammen Merkmale bildet, die unter dem Begriff Säugetier zusammengefasst werden.

Es ist mir nicht klar, was man sich darunter vorstellen soll, dass die vergleichende Morphologie die wahre Begründung ihrer Begriffe erst von einem wie immer beschaffenen Experiment erwarten soll, wie dies Roux[1]) und Driesch[2]) annehmen. In dem Begriffe Säugetier werden Merkmale zusammengefasst, welche nach der Vergleichung aller Tiere als einer Gruppe derselben (der Gruppe der Säugetiere) gemeinsam gefunden worden sind. Durch ein Experiment kann wohl ein neues vergleichendes Material (durch das Hervorbringen von Abnormitäten) gewonnen werden, es können vielleicht neue, bisher unbekannte Merkmale der Säugetiere ermittelt werden, es kann meinetwegen dieser Begriff als unnatürlich erkannt werden und wird anderen Begriffen weichen müssen, man kann endlich durch Experimente auf die Bedingungen kommen, unter welchen ein Säugetier entsteht; dies alles ist mehr oder weniger möglich. Unbegreiflich ist aber, wie man dem Begriffe Säugetier (oder dem Begriffe einer Homologie, welche Driesch als Beispiel anführt) erst von woher immer ein „sicheres Kriterium" geben kann. Der Begriff ist eine Abstraktion aus den zu einer Einheit zusammengefassten Thatsachen; in konkreten Fällen handelt es sich darum, ob der aufgestellte Begriff natürlich ist, oder ob die Thatsachen anders gruppiert werden müssen, um natürliche Gruppen zu bilden; dabei kann das Experiment nichts mehr als neues Thatsachenmaterial liefern.

Noch einiges sei bemerkt. Der Satz, der Löwe sei eine Katze, behauptet nicht, dass der Löwe einige Eigenschaften der Hauskatze

1) Programm etc. 1894.

2) Die Biologie etc. 1893.

besitzt und dazu noch einige andere, sondern der Begriff Katze steht über den beiden Erscheinungen (Löwe, Hauskatze); unrichtig wäre es auch, dass der Begriff der Katze ein Gerippe ist, an welchem die Eigenschaften der Hauskatze einerseits, des Löwen andererseits im Detail ausgearbeitet sind, sondern der Begriff ist ganz und gar nichts Thatsächliches. Der Löwe ist allen seinen Eigenschaften nach ein Löwe, und wenn es Eigenschaften giebt, die für ihn irrelevant sind, die er ganz ähnlich anderen Katzen hat, so sind es gewiss sehr untergeordnete Eigenschaften. Obwohl diese meine Bemerkung in vollem Gegensatze zu der Lehre der Darwinisten, namentlich der Weismannisten steht, so kann ich mich doch nicht entschließen, sie an der Hand der Thatsachen ausführlicher hier zu beweisen. Die Sache scheint mir so offenbar, dass es kaum möglich ist, zu begreifen, wie man die entgegengesetzte Meinung vertreten kann.

Wenn man aus der Mannigfaltigkeit der biologischen Erscheinungen die ähnlichen zusammenfasst, kommt man auf den Begriff, welchen man als das über den Organismen stehende Gesetz betrachten kann. Wenn man zur Beurteilung der morphologischen Erscheinungen unter Berücksichtigung dieses Gesetzes eine unter dasselbe subsumierte Erscheinung herausgreift und die anderen in Bezug auf diese Erscheinung betrachtet, kommt man auf den Begriff der Korrelation. So z. B. ist das Bildungsgesetz der Wirbeltiere durch die Merkmale charakterisiert, welche im Begriffe „Wirbeltier“ zusammengefasst werden; nimmt man nun die vordere Extremität der Wirbeltiere als Ausgangspunkt und fragt, wie muss der Körper beschaffen sein, der zu einer Extremität gehört, so sucht man die Korrelationsbeziehung zwischen dieser Extremität und dem gesamten Körper in Bezug auf den Begriff Säugetier. Umgekehrt: findet man, dass die vordere Extremität immer mit einer Gruppe anderer Erscheinungen verbunden vorkommt, so fasst man diese Erscheinungen zu einer Einheit, zu dem Begriffe Wirbeltier. Oder: zu dem Begriffe einer Tierart gehört auch eine ganz bestimmte Lebensweise desselben. Betrachtet man die Lebensweise als gegeben und fragt, wie ist das Tier gebaut, welches diese Lebensweise führt, so fragt man nach der Korrelation zwischen dem Bau und der Funktion in Bezug auf die Einheit dieser beiden Erscheinungen — auf den Begriff der Tierart.

Auf diese Art werden in der Biologie Korrelationen aufgestellt:

1. Innerhalb der morphologischen Disziplinen. In der vergleichenden Morphologie werden Begriffe von Individuum, Art, Gattung u. s. f. gebildet, indem man die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten ganzer Individuen aufstellt und begrifflich zusammenfasst. Man bildet z. B. den Begriff Hauskatze; indem man dann etwa das Skelett derselben als gegeben und die übrigen Teile als gesucht betrachtet, sucht man die Korrelationen des Skeletts mit der übrigen

Organisation. Selbstverständlich können nur solche Eigenschaften als untereinander korrelativ betrachtet werden, welche Merkmale des Begriffes Hauskatze sind; umgekehrt sind diejenigen Eigenschaften, welche innerhalb des Begriffes Hauskatze immer zusammen vorkommen, wesentliche Merkmale dieses Begriffes. Es steht also das Skelett (insofern es für die Art Hauskatze charakteristisch ist, nicht also seine individuellen Unterschiede) nicht in Korrelation mit ihrer Farbe, welche von Individuum zu Individuum verschieden ist; aber das Skelett eines ganz bestimmten Individuums (die individuellen Eigenschaften derselben) kann als korrelativ mit der Farbe dieses Individuums und umgekehrt betrachtet werden, denn beide sind Merkmale desselben. Hier sieht man zugleich, was es heißt, dass Korrelationen immer in Bezug auf einen Begriff aufgestellt werden müssen.

Ferner werden in der vergleichenden Morphologie die Begriffe von Organen gebildet, so z. B. der Begriff der vorderen Extremität, welcher durch die Vergleichung der hierher gehörigen Erscheinungen bei verschiedenen Wirbeltieren gewonnen worden ist. Indem man nun die vordere Extremität als Einheit betrachtet, kann man behaupten, dass der Humerus in Korrelation mit anderen Skeletteilen dieser Extremität steht, d. h. je nach der Beschaffenheit des Humerus in jedem einzelnen Falle sind auch andere (wesentliche) Teile der Extremität bestimmt gebaut und umgekehrt.

2. Ebenso wie ganze entwickelte Organismen und ihre Teile miteinander verglichen werden können, kann man auch verschiedene Entwicklungsstadien eines und desselben Individuums miteinander oder mit analogen Erscheinungen anderer Organismen vergleichen und kommt so auf die Korrelationen in der Ontogenie. In dieser Hinsicht kommt man zuerst dazu, zu zeigen, worin die verschiedenen Entwicklungsstadien eines und desselben Individuums einander ähnlich sind. Wohl hat man Aehnlichkeiten dieser Art bisher wenig konstatiert, dass aber die Erörterungen der Autoren darauf hinzielen, ist an den diesbezüglichen Theorien zu sehen; die Vertreter der Präformation glauben, dass die Einheit der Form während der Ontogenie erhalten bleibt, die anderen suchen wieder nach Kräften, durch welche sich die Entwicklung erklären ließe; mag man unter diesen Kräften was immer verstehen, immer bleiben dieselben aus der Mannigfaltigkeit der ontogenetischen Erscheinungen abstrahierte Begriffe, also das der Entwicklung Gemeinsame. In dem ersteren Falle nimmt man die Beständigkeit (= die Einheit) der Form, im zweiten die der Kraft während der Ontogenie an. Wenn man nun verschiedene Stadien einer und derselben Entwicklung in Bezug auf diese (bisher im speziellen wenig bekannte) Einheit miteinander in Beziehung bringt, stellt man Korrelationen in der Entwicklung auf. So kann z. B. angenommen werden, dass das Ei und der entwickelte Körper in einigen (wohl

unbekannten) Merkmalen einander ähnlich sind, dass beispielsweise die gegenseitige Orientierung gewisser Elemente bei beiden ähnlich ist.

Wenn nun ein konkreter Fall der Orientierung jener Elemente im Ei gegeben ist, so sind dadurch auch diejenigen Eigenschaften des entwickelten Körpers gegeben, welche jene ähnliche Orientierung besitzen. — Es sei mir erlaubt, diesen Fall durch eine Analogie deutlicher zu machen. Die Kant-Laplace'sche Theorie von der Entwicklung des Sonnensystems geht von gewissen zu jeder Zeit geltenden Voraussetzungen aus. Diese Voraussetzungen — dass es Atome mit ihren speziellen Anziehungs- und Abstoßungskräften giebt — bilden den einheitlichen Begriff, welcher zwar nur von den jetzigen Erscheinungen abstrahiert ist, aber als für die ganze Dauer der Entwicklung der Planeten als giltig betrachtet wird; man kann ihn also als Gesetz betrachten, dessen spezielle Manifestation der jeweilige Zustand der Entwicklung war. Wenn nun ein Zustand in der Entwicklung des Planetensystems als gegeben betrachtet wird, so ist jeder andere, frühere wie spätere ganz notwendig auch gegeben, sofern nur nicht angenommen wird, dass auf die Entwicklung des Planetensystems noch andere als die in der Theorie angenommenen Bedingungen von Einfluss gewesen sind. In der Ontogenie ist die Sachlage komplizierter, da hier äußere Einflüsse angenommen werden müssen, wodurch aber die Einheit der ontogenetischen Stadien nicht vernichtet, sondern nur verwickelter wird.

3. In den physiologischen Disziplinen kommt der Begriff der Korrelation ebenfalls in Anwendung und zwar, wenn Beziehungen zwischen der Leistung und der Form oder zwischen mehreren Leistungen aufgestellt werden. Man kann z. B. behaupten, dass der Bau einer Drüse mit ihrer Funktion in Korrelation steht, da eine ganz bestimmt gebaute Drüse auf eine eigenartige Weise secerniert und umgekehrt. Oder es kann an eine Korrelation zwischen der Funktion des Herzens und der Respiration, zwischen der Funktion des Darmkanals und der Nieren etc. gedacht werden.

Sofern man Korrelationen zwischen den morphologischen und physiologischen Erscheinungen aufstellt, kann man niemals auf die Frage kommen, was primär ist, ob die Funktion, wie die Darwinisten annehmen, oder die Form, wie die Morphologen am Anfange des 19. Jahrhunderts geglaubt haben. In dem Evolutionismus, mag er immer welche spezielle Form haben, wird z. B. angenommen, dass das Auge allmählich zu seiner Vollkommenheit gelangt ist und dass das Ziel, zu welchem es in der Entwicklung strebte, durch die Rolle des Auges im individuellen Leben gegeben ist; die Funktion ist hier also das, was die Form des Auges bedingt. Vom morphologischen Standpunkte betrachtet man wieder die Form des Auges als schlechthin gegeben und die Funktion als die Folge der Form. Wenn man aber Korrelationsbeziehungen zwischen der Form und der Funktion des

Auges aufstellt, d. h. fragt, wie sich die Funktion verändert, wenn die Form verändert wird und umgekehrt, so abstrahiert man von der Thatsache, ob in diesem Falle die Form des Auges gegeben ist, in jenem seine Funktion; was in jedem einzelnen Falle primär ist, das könnte nur durch die Beobachtung konstatiert werden. Aus diesem Grunde ist es bloßer Wortstreit, wenn gestritten wird, ob das Auge ein morphologischer oder physiologischer Begriff ist; denn es kommt darauf an, wie man das Auge definiert; wohl ist es aber ein wissenschaftliches und zwar sehr wichtiges Problem, welcher Begriff natürlicher ist, ob der morphologische oder physiologische, d. h. welcher die diesbezüglichen Erscheinungen in eine natürlichere Gruppe zusammenfasst.

Wie aus dem Angeführten zu sehen ist, ist die Korrelation ein rein formaler, logischer Begriff; es ist dies nur eine Form der Verknüpfung der Thatsachen. Theoretisch genommen, kann man beliebige Erscheinungen als korrelativ betrachten. Da man alle Erscheinungen der Welt als gesetzmäßig miteinander verbunden betrachten kann, so könnte man unter Berücksichtigung dieser Gesetzmäßigkeit z. B. auch die Anordnung der Gestirne einerseits und das Schicksal des Menschen andererseits für korrelativ erklären, da doch zu jeder bestimmten Anordnung der Gestirne ein ganz bestimmtes Moment im Leben eines jeden Menschen gehört. Selbstverständlich wird aber niemand derlei Korrelationen aufstellen, da sie ohne jede praktische Anwendbarkeit sind. Es gehört zwar zu jeder Lage eines Planeten ein bestimmtes Moment unseres Lebens, nimmt man aber zwei oder mehrere Momente, so findet man, dass in jedem derselben das Verhältnis beider Erscheinungen ein ganz anderes ist. Es handelt sich aber darum, natürliche Korrelationen aufzustellen, d. h. welche sich unter Begriffe von allgemeinerer Geltung zusammenstellen lassen. Anstatt der Korrelation zwischen dem Einfalls- und Brechungswinkel des Lichtes könnte man auch den Einfallswinkel als konstant betrachten und eins der Medien variieren, so dass dann das Verhältnis, die Korrelation zwischen dem Brechungswinkel und der spezifischen Substanz aufgestellt wäre; aber dieses Verhältnis wäre viel komplizierter als das übliche, da der Uebergang von einer Substanz zu einer anderen bei weitem nicht so einfach und durchsichtig ist als derjenige zwischen den verschiedenen Einfallswinkeln.

Auch innerhalb der Biologie ist es möglich, Korrelationen verschiedener Art aufzustellen und es muss die Einfachheit der Korrelation für ihre praktische Bedeutung entscheiden. Beispielsweise kann angeführt werden, dass die Mehrzahl der Botaniker behauptet, es gebe einen morphologischen Begriff des Blattes, welcher von dem Begriffe seiner Funktion (bis zu einem Grade) unabhängig ist. K. Goebel[1]) glaubt dagegen, dass die Form des Blattes nur physiologisch, aus

1) Organographie d. Pflanzen I.

seiner Funktion, erklärt werden muss. Theoretisch hat die eine wie die andere Seite Recht, denn einerseits sind die morphologischen Aehnlichkeiten der verschiedenen Blattgebilde nicht zu leugnen, nur um ihren Umfang, oder um die Bedeutung, die man ihnen zuschreiben soll, kann gestritten werden, sei dieselbe noch so unbedeutend; andererseits hat jedes Blattgebilde seine bestimmte Funktion, es muss also auch mit dieser korrelativ sein. Wenn man auf Grund der physiologischen Aehnlichkeiten zu natürlichen Begriffen kommt, so würde zwar der morphologische Begriff des Blattes nicht als falsch, wohl aber als zu künstlich erwiesen werden. Es ist der Goethe'schen Auffassung der Metamorphose des Blattes vorgeworfen worden, dass nach derselben sich der allgemeine Begriff des Blattes nicht klar definieren lasse, was eben bedeuten soll, dass der morphologische Standpunkt hier unpraktisch ist; ob sich der physiologische als praktischer erweisen wird, müssen wir noch abwarten.

Gegenüber der Physik, welche ihre Begriffe (des freien Falles, der Pendelbewegung etc.) erst künstlich bilden muss, hat die Biologie in den Individuen sehr natürliche Substrate für Begriffe, da die Zusammengehörigkeit der Eigenschaften eines Individuums, die Einheit derselben sehr klar ist. Unter Berücksichtigung des Begriffes von einem bestimmten Individuum kann man sehr viele Korrelationen aufstellen. Die Individuen sind nicht nur überhaupt räumlich begrenzt, sondern sie haben auch eine bestimmte Form, wodurch die Korrelation der Lage des einen Organs in Bezug auf die eines anderen angegeben wird. Aus der Physiognomie eines Menschen kann teilweise auf den Charakter geschlossen werden, die Störung innerhalb eines Organs ist mit anderweitigen Störungen verbunden, die Monstrositäten erscheinen an mehreren Organen desselben Individuums — dies sind Beispiele der einfachsten individuellen Korrelationen. Umgekehrt wird aus gewissen Erscheinungen des Gesichts auf innere Zustände (Freude, Schmerz, Krankheiten u. s. f.) geschlossen. Wissenschaftlichen Wert haben derlei individuelle Korrelationen, wenn sie einen klaren und allgemeiner anwendbaren Begriff von bestimmten Individuen zu bilden erlauben. Obwohl z. B. ein abnormaler Finger ebenso individuelle Eigenschaft einer Person bildet wie ihr Charakter, wird man diese beiden Erscheinungen kaum in Korrelation bringen, da dieselbe von ganz vereinzelter Geltung ist. Aber es werden gewisse Abnormitäten am Schädel in Korrelation mit gewissen Abnormitäten im Geistesleben gebracht, weil diese Korrelation oft vorkommt; sie erlaubt einen Begriff von einer Individualität zu bilden, welcher zu seinen Merkmalen diese beide Abnormitäten hat, so dass, wo die eine beobachtet wird, auch die andere als vorhanden angenommen werden kann.

Ein sehr natürlicher biologischer Begriff ist derjenige der Art, natürlich insofern, als man ganz ungezwungen bestimmte Individuen

zu dem Begriffe Löwe, Hauskatze, Flusskrebs u. a. zusammenfasst. Es giebt zwar Fälle, wo sich der Artbegriff nur mit einigen Schwierigkeiten anwenden lässt, was aber doch nur Ausnahmen von der Regel sind. Wären die Begriffe Art, Gattung u. s. f. nur von den Menschen gebildete künstliche Begriffe, so wäre kein „natürliches" System derselben möglich. Der Begriff der Art wird dadurch charakterisiert, dass aus der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen gewisse Merkmale abstrahiert und als Merkmale des Artbegriffes betrachtet werden. Die praktische Anwendbarkeit des Artbegriffes beruht darauf, dass es thatsächlich eine Mannigfaltigkeit biologischer Erscheinungen giebt (Individuen), von welchen gewisse Merkmale abstrahiert werden können (Artcharaktere), und die Natürlichkeit des Artbegriffes beruht darauf, dass einen solchen Begriff zu bilden das einfachste Mittel ist, die Mannigfaltigkeit zu übersehen. Die Merkmale[1]) einer Art sind untereinander korrelativ, d. h. durch ein Merkmal, z. B. der Art Löwe, sind sämtliche andere Merkmale dieser Art gegeben, und umgekehrt, wenn man findet, dass eine Eigenschaft nur innerhalb der Art Löwe vorhanden ist, also hier konstant (d. h. immer an die übrigen Eigenschaften, welche zusammen den Löwen charakterisieren, gebunden) vorkommt, so bildet diese Eigenschaft ein Merkmal der Art Löwe.

Noch auf eine andere Weise kann der Begriff der Korrelation in Bezug auf die Art erklärt werden. Die Individuen einer Art variieren untereinander in größeren oder kleineren Grenzen, wobei aber die Artcharaktere konstant bleiben; diese Artcharaktere bilden also eine Einheit, welche in der Mannigfaltigkeit konstant ist; wenn sich aber einer der Artcharaktere verändert, so verändern sich thatsächlich auch sämtliche andere zugleich, da man dann zu einer anderen Art übergeht. Wo ein konkretes Merkmal gegeben wird, dort werden auch sämtliche andere gegeben (eine Art kann nach einer oder einigen wenigen Eigenschaften erkannt werden); wenn dieses Merkmal verändert wird (wenn man zu einer anderen Art übergeht), verändern sich sämtliche andere und umgekehrt. Welche Eigenschaften für eine Art charakteristisch sind, oder welche Eigenschaften innerhalb einer Art korrelativ sind, das muss selbstverständlich durch die Erfahrung ermittelt werden.

1) Das Wort „Merkmal" führt einige Schwierigkeiten mit sich; es lässt sich anstatt derselben „charakteristische Eigenschaft" sagen. Die Sprache ist zu arm an Worten, um der großen Plasticität der organischen Bildungen durch geeignete Bezeichungen gerecht zu werden. Wenn also z. B. als Merkmal des Menschen der aufrechte Gang angeführt wird, so sind die Worte „aufrechter Gang" nur eine sehr arme Reproduktion dessen, was man sich unter dem aufrechten Gange des Menschen thatsächlich vorstellt. Auf diese lebendige Vorstellung, nicht auf das Wort, bezieht sich die obige Bezeichnung „Merkmal". Der aufrechte Gang des Menschen ist etwas ganz anderes als der aufrechte Gang eines Pinguins.

Es entspricht aber nicht vollständig den Thatsachen, dass die Artcharaktere innerhalb einer Art ganz beständig sind, sondern, wie oftmals von den Darwinianern hervorgehoben worden ist, auch sie variieren vom Individuum zu Individuum, nur nicht in einem so hohen Grade wie die individuellen Eigenschaften, und so kann man von fast sämtlichen Eigenschaften, z. B. einer Hauskatze, behaupten, dass sie variabel sind. Dadurch wird der Begriff der Korrelation etwas komplizierter. Die Auffassung dieser Erscheinung als Korrelation ist etwas schwieriger zu verstehen, namentlich für einen, der nur an „kausale Erklärungen“ gewöhnt ist. Vielleicht wird die Sache auf folgende Weise verständlich sein. Die Artcharaktere variieren innerhalb weit engerer Grenzen als die Individualeigenschaften, deshalb bilden sie eben Artcharaktere. Nun stehen an jedem Individuum alle Eigenschaften desselben, nicht nur die individuellen, sondern auch die spezifischen, untereinander in Korrelation; aber die Korrelation ist nicht unter allen Eigenschaften von demselben Grade; große Veränderung einer individuellen Eigenschaft ist mit großen Veränderungen anderer individuellen Eigenschaften, aber mit unbedeutenden Veränderungen der Artcharaktere und noch kleineren Veränderungen der Gattungscharaktere u. s. w. verbunden. An die Verschiedenheit der Hautfarbe bei den Menschenrassen ist z. B. eine Verschiedenheit anderer Eigenschaften gebunden, welche jede Menschenrasse charakterisieren; der Unterschied zwischen der Farbe der Kaukasier und der Neger ist von demselben Grade wie der Unterschied in deren Haaren. Auch in der Größe des Gesichtswinkels weichen verschiedene Menschenrassen voneinander ab, aber diese Abweichungen bewegen sich innerhalb viel engerer Grenzen als die Verschiedenheit in der Farbe. Es ist also die Veränderung in der Hautfarbe mit einer bedeutenden Veränderung in der Beschaffenheit der Haare, aber mit einer geringen Veränderung in der Größe des Gesichtswinkels verbunden. Eine Analogie wird vielleicht diesen Fall noch besser veranschaulichen können. An einem Uhrwerk greifen alle Rädchen ineinander; sie stehen alle in einer solchen Korrelation, dass, wenn sich eines derselben dreht, alle aus der Ruhe gebracht werden. Nur ist die Korrelation zwischen der Größe der Umdrehung verschiedener Rädchen nicht gleich groß. Dreht sich eines derselben um einen kleinen Winkel, so ist die korrelative Drehung erst am zweit- oder drittnächsten zu sehen, da sie an den andern zu klein ist. Durch die Verschiedenheit in der Größe der Drehung kann die Verschiedenheit der Korrelationen der individuellen, speziellen, Gattungs-, Klassen- und noch höherer Charaktere veranschaulicht werden.

Ich muss es besonders betonen, dass die Verschiedenheit in der Größe der Korrelationen, wie ich dieselbe hier erklärt habe, keine Hypothese ist, sondern dieselbe ist nur eine logische Form, eine Dar-

stellungsart der thatsächlich vorkommenden Aehnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Organismen.

Dieser Umstand führt uns dazu, Korrelationen von verschiedenem Werte zu unterscheiden. Die Korrelation zwischen der Farbe einer Haustaube z. B. und ihrer inneren Konstitution ist sehr lose, so dass den stärksten Veränderungen der Färbung nur sehr geringe Unterschiede in der inneren Struktur entsprechen. Der an der Wurzel weiche Schnabel der Haustaube steht zwar auch mit diesen individuellen Eigenschaften in Korrelation, da er z. B. bei weißen Tauben gelb, bei hohen Varietäten lang, bei kurzfüßigen kurz zu sein pflegt, aber seine Eigenschaft, weich an der Wurzel zu sein, bleibt immer erhalten, sie ist, kann man sagen, fester mit den Merkmalen der Gattung verbunden. Erst wenn diese verändert werden, verliert der Schnabel diese eine Eigenschaft (z. B. bei den Hühnern). Der Schnabel als solcher (als horniger Ueberzug des Zwischenkiefers und Unterkiefers) steht in noch festerer Korrelation mit den Eigenschaften eines jeden Vogels: er variiert zwar in seiner Form je nach der Ordnung der Vögel, aber Schnabel bleibt er. Es müssen die Eigenschaften, welche den Vogel als solchen charakterisieren, verändert werden, etwa die vordere Extremität zu einer Hand werden, auf dass auch der Schnabel verschwindet. Es ist nicht nötig, diese Verallgemeinerung der Korrelation weiter zu verfolgen: je inniger die Korrelation, desto allgemeinerem Begriffe ist sie untergeordnet; die Innigkeit der Korrelation ist aber desto größer, je größer die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen ist, in welcher die korrelativen Merkmale konstant bleiben.

Auf diese Art ist es möglich, sämtliche biologische Erscheinungen in Gruppen zu verteilen, von welchen jede durch die untereinander in Bezug auf einen Begriff korrelative Erscheinungen gebildet ist, und welche von den zufälligsten Korrelationen zu den allgemeinsten fortschreiten. Diese Reihe der Korrelationen könnte mit einer derartig geringfügigen Korrelation beginnen, wie etwa mit dem Verhältnis zwischen der leisesten Bewegung unseres Gemüts und dem damit verbundenen Vorgange innerhalb des Nervensystems, welche Korrelation so vergänglich ist, dass bei jeder anderen Veränderung des Nervensystems ganz andere psychische Erscheinungen hervortreten. Von einer solchen Korrelation könnte man zu allgemeineren fortschreiten, etwa zu einer solchen zwischen der Farbe und der übrigen Körperbeschaffenheit eines Organismus, dann zu noch allgemeineren, wie z. B. zu der Korrelation zwischen der Wirbelsäule und der Lage des Nervensystems und Herzens u. s. f. Wenn auch die außerhalb der Biologie vorhandenen Erscheinungen einbezogen werden, so kann man die ganze Mannigfaltigkeit der uns zugänglichen Erscheinungen in solche Gruppen von Korrelationen auflösen, wo am Anfange nur eine so lose zusammenhängende Korrelation stünde, dass die geringste Ver-

änderung dieselbe gänzlich vernichten würde, dann aber festere und festere Korrelationen folgen würden, bis endlich die gesamte unseren Vorstellungen zugängliche Welt eine Einheit der Erscheinungen bilden würde, deren Korrelation gar nichts mehr stören kann, da dieselbe ein vollständig in sich geschlossenes System bildet.

Wenn man von der Korrelation spricht, muss man wenigstens zwei Erscheinungen haben, welche voneinander abhängig sein sollen; doch kann man in einer gewissen Hinsicht auch von einer Erscheinung behaupten, dass sie einen großen oder kleinen Korrelationswert hat, indem man nämlich den Begriff, in Bezug auf welchen die Korrelation aufgestellt wird, als bekannt betrachtet. So kann man z. B. behaupten, dass der Korrelationswert der Farbe der menschlichen Augen gering ist, wobei verschwiegen wird, dass man diese Korrelation auf den Begriff der Species Mensch bezieht und wodurch gesagt wird, dass die Farbe der Augen so lose mit den wesentlichen Eigenschaften des Menschen zusammenhängt, dass an diesen fast keine Unterschiede beobachtet werden können, wenn sich große Unterschiede in der Farbe der Augen konstatieren lassen. In Bezug auf irgend einen anderen Begriff kann der Korrelationswert der Augenfarbe größer sein; so z. B. bezüglich der Hautfarbe, welche offenbar viel inniger mit der Farbe der Augen verknüpft ist. Der Begriff Korrelationswert deckt sich mit dem Begriffe „systematischer Wert"; wir sagen von einer Erscheinung, sie habe großen systematischen Wert, wenn sie aus einer größeren Mannigfaltigkeit abstrahiert ist, d. h. wenn sie unter einer größeren Mannigfaltigkeit konstant bleibt, und eben dasselbe entscheidet über den Korrelationswert dieser Eigenschaft.

Ich glaube, den Begriff der Korrelation genug auseinandergesetzt zu haben, so dass sein Wesen und seine Anwendbarkeit auf die biologischen Probleme klar hervortreten. Wie zu sehen, ist der Begriff der Korrelation keine empirische Thatsache, wie man dies allgemein annimmt, auch nicht eine Theorie, sondern nur die logische Form unseres Denkens. Die Erscheinungen sind korrelativ, wenn sie begrifflich zu einer Einheit verknüpft werden. Aus diesem Grunde ist es keine Entdeckung, wenn man z. B. sagen würde, dass die vorderen Extremitäten mit den hinteren in Korrelation stehen, da man dies von jeder beliebig gebildeten Gruppe beliebig gewählter Erscheinungen sagen kann; es muss gezeigt werden, *wie* sie in Korrelation stehen. Wie wir oben gesehen haben, werden die Korrelationen in der Geometrie und Physik durch Gleichungen wiedergegeben; die sehr plastischen und in verwickelten Beziehungen stehenden biologischen Erscheinungen werden kaum jemals eine solche Darstellung erlauben; in der Biologie nehmen den Ort derselben die Begriffe ein, welche ebenso wie jene Gleichungen eine Mannigfaltigkeit zur Einheit verknüpfen; die Merkmale dieser Begriffe stehen ebenso in Korrelation wie dort die Variabeln.

Als die Aufgabe der Biologie in dieser Hinsicht kann dann betrachtet werden, solche Begriffe aus den biologischen Erscheinungen zu bilden, deren Merkmale in festesten Korrelationen stehen.

Seit Cuvier hat kaum jemand daran gedacht, den Korrelationen innerhalb der Biologie eine größere Aufmerksamkeit zu widmen; das, was man für dieselben ausgab, waren zerstreute Thatsachen, welche noch dazu ganz schief erklärt worden sind. Heute, wo man beginnt, sich von dem Einflusse des Evolutionismus zu befreien, wird diese Abhandlung vielleicht einige Leser finden, die sich durch dieselbe überzeugen lassen, dass sich sämtliche biologische Thatsachen noch anders streng logisch zusammenfassen lassen, als es die Evolutionisten lehren. Auch die Erforschung der Korrelationen ist eine exakte Wissenschaft, auch sie erlaubt größere Thatsachengebiete zusammenzufassen, auch sie ist schon praktisch bewährt, wie es Cuvier's Arbeiten beweisen, und auch sie kann, wenn es jemand wünschen sollte, metaphysisch gedeutet werden, wie es Plato und andere gezeigt haben.

Endlich kann noch bemerkt werden, was die Erforschung der Korrelationen nicht erklären kann. Durch die Korrelationsbeziehungen wird niemals die Ursache einer Erscheinung angezeigt, wenn man nicht etwa die Korrelation selbst als Ursache betrachten will. Man kann nämlich als Ursache einer Erscheinung das Vorhergehende derselben betrachten; darüber vermag die Korrelationslehre nichts zu sagen, oder man kann unter Ursache einer Erscheinung das Gesetz, nach welchem sie vor sich geht, verstehen, dann sind die Korrelationen auch zugleich Ursachen. Die Lehre von den Korrelationen bleibt auch dem Begriffe der Teleologie fremd, insofern man unter derselben ein zielbewusstes Werden versteht. Es ist aber auch möglich, die Begriffe mit ihren korrelativen Merkmalen als Zwecke zu betrachten, und die einzelnen Erscheinungen sind dann Annäherungen an diese Zwecke. Doch glaube ich, dass weder in dem ersteren Falle das Wesen der Ursache durch das Gesetz, noch das der Teleologie durch den zu realisierenden Begriff erschöpft ist, darum halte ich auch nicht die Lehre von den Korrelationen für die einzig mögliche Methode der Wissenschaft.

Berichtigung der Angaben Escherich's über meine Arbeit:

Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophilus*.

Von **Dr. P. Deegener**,

Assistent am zool. Institut der Universität Berlin.

Im 21. Bd. Nr. 13 des Biologischen Centralblattes glaubt Herr K. Escherich gelegentlich seiner Abhandlung: „Das Insektenentoderm" einen Teil meiner Arbeit: Entwicklung der Mundwerkzeuge und des Darmkanals von *Hydrophilus* (Zeitschr. f. wiss. Zoologie LXVIII, 1900) einer Kritik unterziehen zu müssen, die mich veranlasst, meine Befunde und

die aus ihnen sich ergebende Anschauung über die Herkunft des Mitteldarmepithels noch einmal klarzulegen.

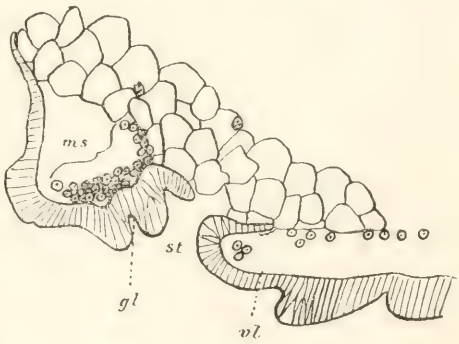
Die Stadien, die für die Entscheidung, ob das Mitteldarmepithel dem Ektoderm entstammt oder nach Heider von Zellen des unteren Blattes sich herleitet, von Bedeutung sind, habe ich für den Vorderdarm in Fig. 15, für den Enddarm in Fig. 18 und 19 dargestellt. Heider[1]) spricht sich hierüber wie folgt aus: „Aber von großer Bedeutung sind die Verhältnisse des unteren Blattes, an dem wir in dieser Partie die erste schwache Andeutung einer histologischen Sonderung in zwei differente Zelllager (Entoderm und Mesoderm) erkennen können. Es lassen sich am Querschnitt des unteren Blattes (wenn es gestattet ist, aus schwachen Andeutungen ein Schema zu abstrahieren) folgende Teile unterscheiden: 1. ein Paar von seitlichen Divertikeln, deren Hohlraum durch seitliches Auswachsen des Urdarmlumens hervorgegangen ist (vergl. die auf diese Region bezüglichen Figuren 63, Taf. VI, und 76, 77 auf Taf. VII) und 2. eine mediane, an die paarigen Divertikel sich dicht anschließende Zellmasse. Aus den Divertikeln werden die Mesodermmassen des Kopfsegments und des späteren Mandibularsegments, während die unpaare Zellmasse zur Ektodermanlage wird." (Soll wohl Entodermanlage heißen.) „In den späteren Stadien (Fig. 76, 77 für Stad. 7 *a*) ist die histologisch und topographische Sonderung dieser Zellmasse vom Mesoderm schon viel deutlicher; aber in den vorliegenden Stadien ist sie thatsächlich oft kaum bemerkbar; doch zeigt sich ein etwas verschiedenes Verhalten der Mesoderm- und Entodermelemente gegen Farbstoffreaktionen, durch welche eine gewisse Sonderung angedeutet erscheint. Ich habe diese Unterschiede in Fig. 71 (Stad. 5 *a*), 63 (Stad. 5 *b*), 76 und 77 (Stad. 7 *a*) durch Punktierung der Zellen des Mesodermteils zum Ausdruck gebracht."

Wie gering die Unterschiede, die Heider zwischen den Mesodermzellen und jenen der Entodermanlage im Bereich des Vorderdarmes gefunden hat, sind, geht aus dem citierten Passus, der mit großer Zurückhaltung geschrieben ist, zur Genüge hervor. Meine Beobachtungen weichen nun insofern von Heider ab, als ich diesen Unterschied zwischen den Entoderm- und Mesodermzellen nicht habe auffinden können, während andererseits das Ektoderm der Vorderdarmausstülpung in diesem Stadium wie auch im Bereich der später auftretenden Lamellen sich vom Mesoderm wohl unterscheiden lässt. Und dass die Lamellen des Vorderdarms, die ich als vom Ektoderm stammend in Anspruch nehme, sich von diesem anfangs nicht unterscheiden, wohl aber vom Mesoderm, und erst etwas später auch gewisse Differenzen zwischen der Mitteldarmanlage und der Vorderdarmeinstülpung auftreten, hat mich bestimmt, für den Mitteldarm ektodermalen Ursprung anzunehmen, um so mehr, als mir im Bereich des Enddarms ein Zweifel kaum möglich war. Stützt sich Heider auf seine Befunde am Vorderdarm, um für die am Enddarm gelegene Mitteldarmanlage den gleichen Bildungsmodus zu erweisen, so erscheint mir gerade das Verhalten der Enddarmeinstülpung und der umgebenden mesodermalen Zellen für meine Anschauung besonders beweisend. Heider sagt hierüber S. 33 u. a.: „Die erste Differenzierung der hinteren Entodermanlage ist erst zu einer Zeit erkennbar, in der die Enddarmeinstülpung schon angelegt erscheint. Ich war aufs äußerste bemüht, in diesem Stadium schon, ähn-

1) Heider, Die Embryonalentwicklg. von *Hydrophilus piceus* L. Jena 1889.

lich wie in den vordersten Körpersegmenten, so auch in den letzten Körpersegmenten etwas von der Sonderung des Entoderms zu erkennen. Aber ich konnte nichts davon bemerken. Ein Schnitt durch den hintersten Abschnitt des Keimstreifs (Taf. VII, Fig. 81) zeigt uns das untere Blatt als eine völlig undifferenzierte Zellmasse, deren polygonale Zellen nicht einmal die Anordnung in eine paradermale und paralecitale Schicht erkennen lassen.“ — Ich finde nun bis zu der Zeit, in welcher die Mitteldarmlamellen am Enddarm auftreten, nirgends eine Anlagerung von Mesodermzellen, auf die sich diese Lamellen zurückführen ließen; und da auch die Zellen der hinteren Lamellen sich anfangs gar nicht von denen der ektodermalen Enddarmeinstülpung unterscheiden lassen, sehe ich mich veranlasst, für die hintere Mitteldarmanlage ektodermalen Ursprung anzunehmen. Wesentlich unter dem Einfluss dieser Befunde am Enddarm spreche ich auch der vorderen Mitteldarmanlage ektodermale Herkunft zu, da das Fehlen einer Differenzierung an dieser Stelle mir allein zum Beweis nicht genügt hätte.

Nachdem ich so in Kürze noch einmal die in meiner Arbeit niedergelegten Befunde und die aus ihnen für mich sich ergebenden Schlüsse dargelegt habe, gehe ich auf Escherich's Kritik, soweit sie sich in den Grenzen des rein Sachlichen hält, etwas näher ein. Die Deutung, die Escherich meiner Fig. 15 giebt, ist irrtümlich. Sie stellt nicht einen Median-, sondern einen soweit seitlich geführten Schnitt dar, dass beide differente Zellenlager (Mesoderm und Entoderm), wenn sie vorhanden wären, getroffen sein müssten. Ich habe diesen Schnitt eben aus dem Grunde für die Abbildung gewählt, weil er zeigt, dass alle Mesodermzellen vollkommen gleichartig sind. Hätte ich auf einem noch weiter lateral gelegten Schnitt wirklich eine Differenzierung gefunden, so hätte ich keine Veranlassung gehabt, diesen Schnitt nicht wiederzugeben. Es ist freilich im Text nicht besonders hervorgehoben, dass der Schnitt soweit lateral liegt, dass er beide Zellenmassen hätte treffen müssen. Da aber diese Schnittlage die einzige war, die zur Darstellung der hier vorliegenden Verhältnisse das allein verwendbare Bild liefern konnte, so ist es eigentlich selbstverständlich, dass sie auch meiner Fig. 15 zu Grunde liegt, die eben nur aus diesem Grunde aus der Serie herausgegriffen wurde. Die mit *mb* bezeichnete Zellenmasse stellt also nicht, wie Escherich annimmt, die Entodermanlage dar, sondern einen Haufen unter sich gleicher Mesodermzellen, in den sich die Vorderdarmeinstülpung einschiebt. Noch weniger zutreffend ist die Kritik Escherich's, die er an meine Fig. 17 knüpft. Insbesondere bin ich hinsichtlich meiner Deutung dieses Schnittes, den ich im Schema hier wiedergebe, missverstanden worden. In der dieser Figur von mir beigegebenen Erklärung heisst es wörtlich: Medianer Sagittalschnitt, auf dem schon die ventrale Vereinigung der Mitteldarmlamellen getroffen ist. Im Text meiner Arbeit findet sich außer-



dem auf S. 136 folgende auf diese Figur bezügliche Stelle: Schließlich berühren sich die Basen der Lamellen und verschmelzen in der ventralen Medianlinie. Ein Sagittalschnitt der Mittelebene (Fig. 17 *vl*) zeigt die mittlere Wand des so entstandenen Ringwalls angeschnitten, der sich in seinen Seitenteilen in Gestalt der beiden nach hinten sich immer mehr verschmälernden ektodermalen Lamellen fortsetzt. Aus diesem meiner Fig. 17 beigegebenen Text ist meine Deutung des Schnittes zweifellos und lässt sich nicht gut mit dem in Einklang bringen, was Escherich hierüber sagt. Um es noch einmal zu wiederholen, lege ich die Fig. 17, von Escherich in Fig. 4 seiner Schemata wiedergegeben und ebenfalls schematisch hier beigedruckt, wie folgt aus: *st* ist die ektodermale Einstülpung des Stomodaeums, dessen ventrale Wand distal etwas verlängert erscheint. Diese distale Verlängerung (Textfigur *vl*) erkläre ich für die mediane Vereinigung der Lamellen, die hier schon dadurch stattgefunden hat, dass sich die Basen der beiden Lamellen median berühren, und bezeichne sie in Fig. 17 mit *vl*, da sie aus demselben Material besteht, wie die Lamellen selbst, deren basale vereinigte Partie die mit *vl* bezeichneten Zellen darstellen. Die von Escherich in meiner Fig. 17 mit *En* bezeichneten Mesodermzellen haben mit den Lamellen, die den Mitteldarm liefern, nichts zu thun. Die Lamellen selbst, deren eine in Fig. 16 bei *vl* angeschnitten ist, sind auf Fig. 17, wie ja der Text auch besagt, gar nicht getroffen. Es ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, unrichtig, wenn Escherich mit Bezug auf meine Fig. 17 auf S. 419 schreibt: „Dagegen wird der ventrale (resp. hintere) Fortsatz, der sich als das Ende des Stomodaeums erwies, als Entodermanlage, die direkt aus dem Ektoderm hervorwächst, bezeichnet, während doch in Wirklichkeit die Entodermlamellen erst lateral von diesem beginnen. Ich kann mir dies Missverständnis Escherich's nicht anders erklären, als dass er sich durch die Bezeichnung *vl* hat täuschen lassen. Und ohne diesen Irrtum hätte sich Escherich wohl kaum zu der Kritik entschlossen, der er meine Arbeit unterzieht. [94]

Berlin im Juli 1901.

Oswald Seeliger: Tierleben der Tiefsee.

49 S., gr. 8, mit einer farbigen Tafel. Leipzig 1901. W. Engelmann.

Die vorliegende Schrift stellt eine flott geschriebene, auch für den Laien leicht verständliche Schilderung des Tierlebens der Tiefsee dar, welche den Ergebnissen der deutschen Tiefsee-Expedition (1898), soweit dieselben bereits bekannt geworden sind und hier Verwendung finden konnten, Rechnung trägt. Auch finden sich vielfache Angaben über die Methodik der Tiefseeforschung eingeflochten, was um so mehr zu begrüßen ist, als ja viele ferner stehende Kreise von dem notwendigen modernen Forschungsapparate keine richtige Vorstellung haben und die Schwierigkeiten sowie die Bedeutung der Tiefseeforschung nicht entfernt zu würdigen verstehen. Vielleicht ist die vorliegende Schrift im stande, diese Lücke in der allgemeinen Bildung weiter Kreise auszufüllen und das allgemeine Interesse diesem wichtigen Forschungsgebiete zuzuwenden. [98]

R. F. Fuchs (Erlangen).

Verlag von Arthur Georgi in Berlin SW, Hedemannstraße 10. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Oktober 1901.** **Nr. 20.**

Inhalt: **v. Linden**, Die Flügelzeichnung der Insekten. — **Rabes**, Ueber Transplantationsversuche an Lumbriciden. — **Plateau**: Nouvelles recherches sur les rapports entre les Insectes et les fleurs. — **Reinke**, Grundzüge der allgemeinen Anatomie.

Die Flügelzeichnung der Insekten.

Von **Dr. Gräfin v. Linden.**

Mit besonderer Berücksichtigung der Zeichnung der Lepidopteren. Ihre Entwicklung, ihre Ursachen und ihre Bedeutung für den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Arten.

Die Untersuchungen, welche den Gegenstand dieser Abhandlung bilden, werden in den Annales des sciences naturelles zur Veröffentlichung kommen und ich beschränke mich darauf, hier nur die Zusammenfassung der Hauptergebnisse mitzuteilen.

Der größere Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung der Flügelzeichnung der Schmetterlinge in der Puppe: mit der Ontogenese der Zeichnung. Vorarbeiter auf diesem Gebiet waren C. Schäffer, van Bemmelen, Erich Haase und Urech, die es sich zur Aufgabe gemacht hatten, festzustellen, ob die Flügelzeichnung der Falter während des Puppenlebens allmählich entstehe, oder plötzlich auftrete und sich bis zum Ausschlüpfen der Imago unverändert erhalte. Die Ergebnisse dieser ersten Untersuchungen waren sehr verschieden, so dass die Frage offen blieb. Meine ersten Studien über Schmetterlingszeichnung bestätigten indessen die Ansicht van Bemmelen's, denn es ergab sich, dass bei einer Reihe von Lepidopteren (*Papilio podalirius*, *machaon*, *Thais polyxena*, *Vanessa levana*, *urticae*, *polychloros*) die Puppenzeichnung bei ihrem ersten Auftreten in wesentlichen Punkten von derjenigen des ausgefärbten Falters abweicht. Dasselbe wurde gleichzeitig für die Entwicklung der Zeichnung von *Callosamia promethea* L. und *Danais plexippus* Fab. durch A. G. Mayer festgestellt.

Es hatte sich ferner auf Grund meiner ersten Untersuchungen ergeben, dass die Aufeinanderfolge der verschiedenen Zeichnungstypen, wie wir sie in der Schmetterlingspuppe beobachten, für den phylogenetischen Zusammenhang der Formen von Bedeutung ist, und ich kam zu der Ueberzeugung, dass der Falter während seines Puppenlebens bezüglich seiner Flügelzeichnung ein Stück Stammesgeschichte durchläuft. Damit aber wurde für die Schmetterlinge bewiesen, was für höhere Tiere schon längst feststehend war, dass das biogenetische Grundgesetz auch in der Entwicklung der Tierzeichnung zur Geltung gelangt. Mit dem biogenetischen Grundgesetz fand gleichzeitig das Eimer'sche Zeichnungsgesetz seine Bestätigung, denn es ergab sich übereinstimmend, dass die Zeichnungselemente nur an ganz bestimmten Stellen im Flügel aufzutreten pflegen, dass dieselben bei ihrem ersten Erscheinen stets eine zur Körperaxe parallele Lage einnehmen und die Neigung besitzen, sich von hinten nach vorne zu verkürzen. Seitliche Verschmelzungen der primären Längsstreifen zu breiteren Bändern, Flecken, oder deren Umbildung zu quer verlaufenden Binden, stellen sich auch während der Ontogenie als sekundäre Erscheinungen dar. Ebenso wie die Art so durchläuft der einzelne Schmetterling in mehr oder weniger charakteristischer Weise den Cyclus, der von Längsstreifung ausgehend zur Fleckung, zur Querstreifung und schließlich zur Einfärbigkeit führt.

Eimer hatte ferner darauf aufmerksam gemacht, dass bei dem ausgewachsenen Falter nicht immer alle Flügelflächen bezüglich ihrer Zeichnung auf derselben Entwicklungsstufe stehen. Er hatte gefunden, dass die Oberseite beider Flügelpaare der Unterseite gegenüber häufig weiter fortgeschritten ist, und dasselbe ergab sich für die Hinterflügel im Vergleich zu den Vorderflügeln. Auch ich fand schon in meinen ersten Untersuchungen, dass die Hinterflügel in ihrer Entwicklung während des Puppenlebens oft viel schneller vorauseilen als die Vorderflügel, um so schneller, je größer die Unterschiede in der Gestalt beider Flügel sind. Auch die Zeichnung der Flügeloberseiten pflegte die der Unterseiten zu überholen und selbst die verschiedenen Teile der Fläche eines und desselben Flügels verhielten sich, was die Wachstumsschnelligkeit der sie bedeckenden Zeichnungselemente betraf, verschieden, und zwar stimmten alle bis dahin untersuchten Formen darin überein, dass sich der Flügelvorderrand und die Flügeladern zu allerletzt ausfärbten. Auch bezüglich der Farbenfolge war ich zu gleichen Resultaten gekommen wie Eimer. Zuerst sah ich auf den Flügeln blassgelbe, gelbe und orangefarbene Töne auftreten neben dem Karmin der *Thais polyxena*, dann folgten rot, rotbraun, schwarz und schließlich blau und grün, beides sehr häufig optische Farben. Es machten sich somit nicht nur bei der Umbildung des Zeichnungsmusters, sondern auch bezüglich des zeitlichen Auftretens

der verschiedenen Farben selbst ganz bestimmte Entwicklungsrichtungen geltend, was übrigens schon früher von Urech beobachtet worden war.

Meine ersten Untersuchungen hatten also gezeigt, dass die Puppenzeichnung des Schmetterlingsflügels veränderlich ist, dass sie sich nach ganz bestimmten Richtungen umbildet, dass diese Entwicklungsrichtungen dieselben sind, die in der phylogenetischen Entwicklung der Zeichnung zum Ausdruck kommen, dass also der Entwicklungsgang der Flügelzeichnung eines Schmetterlings während seines Puppenlebens für seine systematische Stellung von Bedeutung ist, nach Maßgabe des phylogenetischen Grundgesetzes. Ich hatte aber meine Zeichnungsstudien mit einer verhältnismäßig kleinen Zahl hochstehender Formen begonnen, und es war immerhin fraglich, ob der ontogenetische Entwicklungsgang der Zeichnung bei den Angehörigen anderer den Papilioniden und Vanessen fernstehender Familien und Gattungen dieselbe Gesetzmäßigkeit zum Ausdruck bringt. Hierüber konnten nur weitere Untersuchungen entscheiden. Außerdem schien es mir wahrscheinlich, dass durch den Vergleich der Zeichnungsentwicklung einer größeren Anzahl besonders ursprünglicherer Formen auch Anhaltspunkte für die morphologische und physiologische Grundlage der Zeichnung gewonnen werden müssten. Dies war in der That der Fall, aber es ergab sich sehr bald, dass wir das richtige Verständnis für die bei der Untersuchung von Schmetterlingen beobachteten Erscheinungen erst dann bekommen, wenn wir sie mit den Resultaten vergleichen, die sich aus der Prüfung der Zeichnungsmerkmale niederer Insekten ergeben. Es war also notwendig, den ontogenetischen Studien eine vergleichende Untersuchung der Zeichnungsanlage der niedersten Insekten anzureihen. Dies ist im zweiten Teil dieser Arbeit geschehen, und gestützt auf die übereinstimmenden Ergebnisse, die sich in der Zeichnung aller Insekten offenbaren, habe ich, wie wir sehen werden, versucht, in einem dritten Teil den schwierigen Fragen der morphologischen und physiologischen Grundlage der Insektenzeichnung näher zu treten. Die Bedeutung der Zeichnung für die Systematik der Insekten, besonders für die der Schmetterlinge, findet sich im ersten und zweiten Teil und in der zusammenfassenden Uebersicht erörtert, die den Schluss der Arbeit bildet.

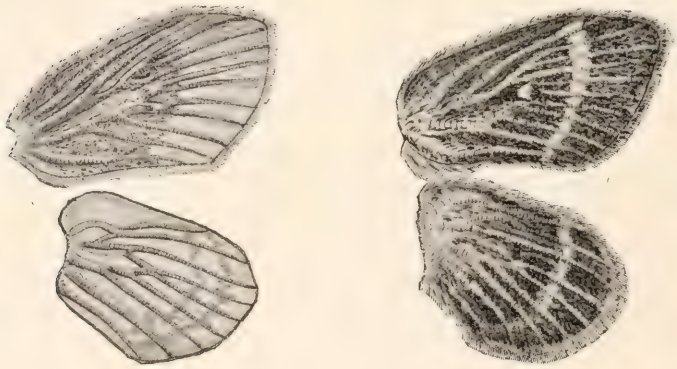
Zusammenfassung der Ergebnisse über die ontogenetische Entwicklung der Schmetterlingszeichnung.

Die Entwicklung der Flügelzeichnung der Schmetterlinge habe ich bis jetzt, wenn ich meine früher schon veröffentlichten Untersuchungen einschließe, an folgenden Formen studiert:

A. *Rhopalocera*: *Thais polyxena* L., *Th. rumina* L., *Papilio podalirius* L., *P. machaon* L., *Thekla quercus* L., *Limenitis sibilla* L., *Vanessa levana*, *V. urticae*, *V. io*, *V. atalanta* L., *Argynnis paphia* L.

B. *Heterocera*: *Deilephila porcellus* L., *Hylophila prasinana*, *Gastropacha quercus* L., *Gastropacha neustria*, *Lasiocampa potatoria* L., *Platisamia cecropia*, *Drepana falcataria* L., *Harpyia vinula* L., *Notodonta tremula* Cl., *Thyatira batis* L., *Gonophora derasa* L., *Zonosoma linearia* Hb., *Abraxas grossulariata* L., *Rumina luteolata* L., *Eupithecia tamarisciata* Far. Bei allen Schmetterlingen sind die Flügelmembranen zu allererst farblos und durchsichtig und der Flügel selbst zeigt die Farbe des ihn erfüllenden Blutes, er erscheint danach gelblich oder grünlich. Gelb gefärbt sind die Mehrzahl der Rhopaloceren und auch

Eupithecia tamarisciata.



Gastropacha quercus.

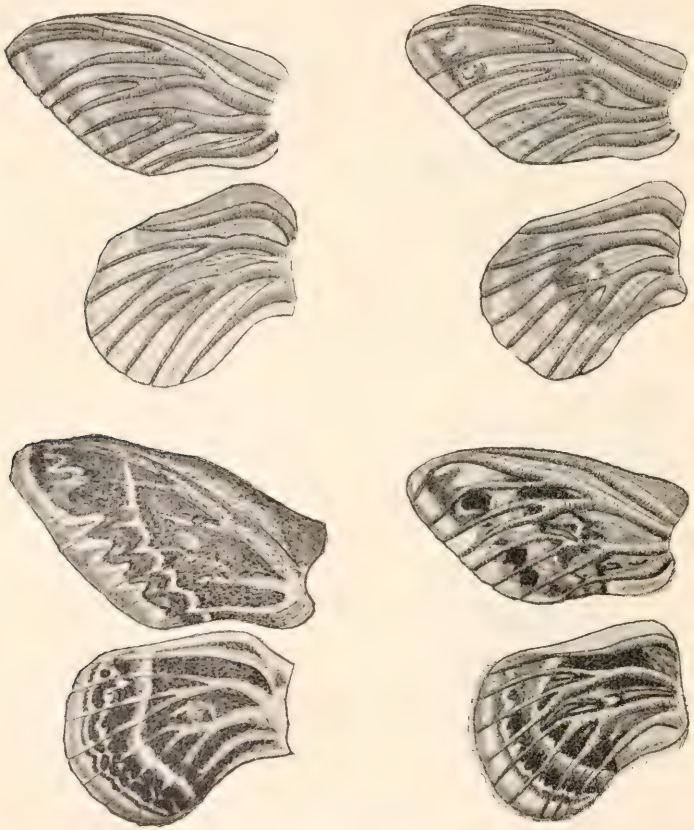
sehr viele Heteroceren, grünes Blut enthalten die meisten Spanner. Sehr bald füllen sich indessen die Epithelzellen, die die Flügelmembranen bilden, mit kleinen zuerst farblosen oder licht gelbgrünlich getönten Körnchen an, die durch ihr sehr starkes Lichtbrechungsvermögen auffallen und aus denen ich bei *P. podalirius* durch Behandlung mit konzentrierter Salzsäure typische Harnsäurekrystalle erhalten habe. Diese ein harnsaures Salz (harns. Ammoniak) darstellenden Körnchen befinden sich indessen nicht nur in den Zellen des Flügels, auch das übrige Körperepithel ist von ihnen erfüllt und es sei schon jetzt darauf hingewiesen, dass neben den Flügelzellen die Körperepithelzellen in der Umgebung der Stigmen am dichtesten von ihnen besetzt sind. Je

weiter die Puppe sich entwickelt, desto mehr nehmen die Körnchen einen entschiedenen Farbenton an, der sich in allen Abstufungen von grüngelb nach gelb, gelbgrau, gelbbraun, braunschwarz, rosa, karminrot, zinnoberrot vorfindet. Die Färbung, die der Flügel durch diese meist immer noch im einzelnen sehr hell pigmentierten Körnchen erhält, wird öfters noch dadurch verstärkt, dass auch die Membran des Flügels, und wenn schon Schuppen vorhanden sind, deren Stiele selbst den Farbstoff in diffuser Verteilung enthalten. Die Schuppen selbst sind zuerst stets farblos und durchsichtig, aber nach kurzer Zeit sehen wir auch in ihnen dieselben lichtgelben Pigmente auftreten, die zuerst nur den Inhalt ihrer Mutterzelle bildeten. Die Körnchen sind in den Schuppen anfangs nur dünn verteilt, die Schuppe erscheint dann hell gefärbt, je größer indessen ihre Zahl wird, um so tiefer wird der Farbenton der Schuppe. Auch die Schuppenhaut kann wie die Flügelmembran außerdem noch diffus gefärbt sein, so dass die Gesamtfärbung noch dunkler erscheint.

Bei den niederen Formen, wie z. B. verschiedenen Spannern, *Rumina luteolata* L., *Eupithecia tamarisciata*, färben sich sämtliche Schuppen gelb, ehe eine Zeichnung sichtbar wird. An manchen Stellen der Flügel treten indessen schon frühzeitig dunklere Schattierungen auf, so besonders am Flügelvorderrand, in der Umgebung der Adern, ohne dass indessen dadurch immer eine deutliche und bleibende Zeichnung zu stande käme. Was bei den niedereren Formen sehr häufig beobachtet wird, ja vielleicht die Regel ist, kommt aber auch ab und zu bei höher differenzierten Arten, z. B. bei *P. podalirius*, bei verschiedenen Bombyciden etc. vor. Auch hier finden wir, dass die Flügel auf früherer Entwicklungsstufe vollkommen gleichartig pigmentiert sind.

Indem nun ein Teil dieser erst gelb gefärbten Schuppen einen dunkleren Ton annimmt, entsteht eine Zeichnung, eine Musterung der Flügelfläche. Bei den Spannern können wir diesen Uebergang der ursprünglichen Grundfarbe in die Farbe der Zeichnung besonders gut verfolgen. Die Binden erscheinen hier zuerst dunkelgelb, werden hierauf bräunlich und schließlich schwarzbraun. Bisweilen nehmen sie auch einen mehr grauen und dann grauschwarzen Ton an. Da sich innerhalb dieser Heterocerengruppe die Verfärbung ziemlich langsam vollzieht, so lässt sich der Prozess leicht von Stufe zu Stufe verfolgen. Am dunkelsten sind stets die Spitzen der Schuppen, es folgen dann ihre mittleren und schließlich ihre basalen Teile. Die Zeichnungsfarbe der meisten Spanner ist braun, die Grundfarbe gelb bis gelbbraun; dunkelt diese erheblich nach, so geht sie unter Umständen in die Zeichnungsfarbe über und kann auf diese Weise bei dem einen oder andern Falter Zeichnungselemente, die für gewöhnlich getrennt sind, zum Verschmelzen bringen.

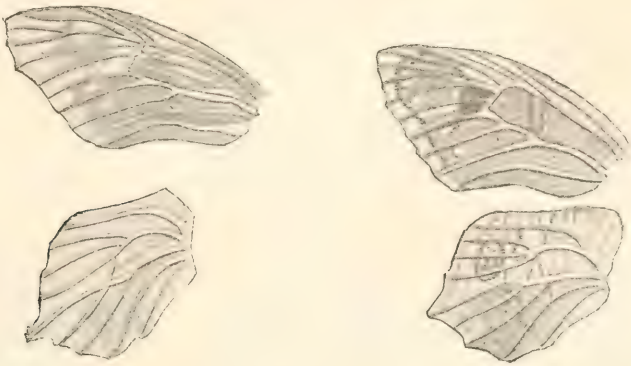
Bei den höher stehenden Schmetterlingen treffen wir im Gegensatz zu dem, was bei den niedersten Gruppen Regel ist, meistens graue und schwarze Töne als Zeichnungsfarbe an, die sich dann von einem hellgelben, roten, bis rotbraun gefärbten Grund abheben. Eine große Anzahl der Spinner verhält sich bezüglich ihrer Färbung und Zeichnung wie die Spanner und meistens besitzen diese Formen dann auch grünes Blut. So beobachten wir z. B. bei *G. quercus* und *L. potatoria*,



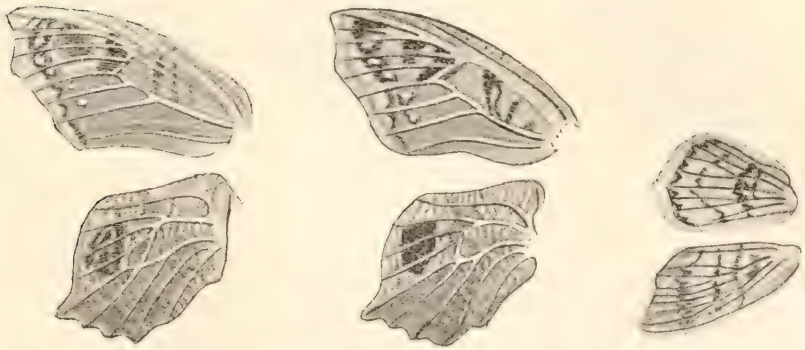
Platisamia cecropia.

dass die bräunlichen Binden der Zeichnung direkt aus der Grundfarbe hervorgehen. Anders ist es beim Segelfalter, der ja bezüglich seiner anfänglich sehr gleichmäßigen Gelbfärbung auch an niedere Formen erinnert: hier schlagen die Schuppen an den Stellen, wo Bänder auftreten, ziemlich plötzlich von lichtgelb in grau um, ohne Zwischentöne zu durchlaufen. Der Falter giebt uns ein sehr gutes Beispiel für abgekürzte Entwicklung. Noch viel auffallender tritt uns diese Erscheinung entgegen bei der Entwicklung der Vanessen-, Thais- und Argynnis-

Zeichnung, auch schon bei *P. machaon*. Hier treten nicht nur die Farben der dunkeln Binden ganz plötzlich auf einem gleichmäßig gefärbten Grund hervor, hier erfahren auch die Schuppen selbst, die die Zeichnungsfarbe tragen, eine erhebliche Abkürzung ihres Entwicklungsganges. Dadurch aber, dass die Schuppen der Zeichnung sich hier später zu entwickeln beginnen als die der Grundfarbe, und dass sie bis in die letzten Stadien des Puppenlebens auf niedriger Farben-



Vanessa io.



Vanessa io. *Zonosoma linearia.*

stufe stehen bleiben, entsteht schon sehr früh eine Musterung des Flügels, aus der sich die spätere Zeichnung des Falters erkennen lässt.

Auf allen Schmetterlingsflügeln, die mehrere Farben tragen, sehen wir die helleren Töne den dunkleren vorangehen, so folgen sich z. B. bei Thaisarten: gelb, orange, karmin, schwarz; bei Vanessen: gelb, rotgelb, rot, rotbraun, schwarz; und es gilt sowohl für die orange-, zinnober- und karminroten Schuppen als auch für die schwarzen, dass sich die dunkleren Töne von der Schuppenspitze nach der Schuppenbasis verbreiten. Dieses Fortschreiten der Flügelfärbung von helleren

Tönen zu dunkleren ist so regelmäßig, dass wir die Färbung geradezu als einen Maßstab für die Entwicklungsstufe des Schmetterlings betrachten können.

Würden alle Schuppen eine und dieselbe Entwicklungsstufe in ihrer Färbung erreichen, so entständen einfärbige Flügel, bunt gezeichnete Flügel kommen nur dadurch zu stande, dass ein Teil der Schuppen in seiner Entwicklung stehen bleibt, während andere noch weiter fortschreiten. Die verschiedenstufige Entwicklung, die Heterepistase, ist somit auch hier wieder der Grund so vieler Mannigfaltigkeit.

Wir haben nun die Regeln kennen gelernt, nach welchen sich die erste farbige Differenzierung der Flügeloberfläche bei Schmetterlingen vollzieht und werden zunächst zu erörtern haben, in welchen Zeichnungsformen sich die gefärbten Elemente, die bunten Schuppen auf dem Lepidopterenflügel anzuordnen pflegen. Als erste Stufe einer Flügel-

Vanessa atalanta.

zeichnung finden wir, je nachdem der Schmetterling einer höher oder tiefer stehenden Form angehört, schmälere oder breitere Längsbinden, oder längs verlaufende Fleckenbinden. Nur in seltenen Fällen stoßen wir in frühen Entwicklungsstadien der Flügelzeichnung auf den Adern folgende Querbinden oder Querstreifen. Durch sehr schmale und zahlreiche Längsbinden zeichnen sich hauptsächlich die Puppenflügel der Spanner aus, breitere Binden beobachten wir bei den Spinnern, Schwärmern, Fleckenbinden und zu größeren Flecken verkürzte Binden bei dem hoch differenzierten *P. machaon*, den Vanessaarten, bei *Limenitis sibilla* und *Argynnis paphia*. Bei Spannern, den weniger hoch entwickelten Spinnern und auch bei *P. podalirius* begegnen wir mit dem ersten Auftreten einer deutlichen Zeichnung meist für das bloße Auge ganz zusammenhängenden Längsbinden. Je stärker sich indessen die Adern des Flügels entwickeln und je später die Schuppen an deren Grenzen auftreten, um so öfter

beobachten wir eine durch die Adern in Flecken zerlegte Zeichnung (*Platisamia cecropia*). Im späteren Wachstum vereinigen sich diese Fleckenbinden in kontinuierlichen Längsbinden von geradem oder zackigen Verlauf und eine solche Bindenbildung schildert auch A. G. Mayer als eine sehr häufige Erscheinung in der Puppenentwicklung der Heliconier-Zeichnung.

Bei allen Schmetterlingen, deren Puppenentwicklung ich verfolgt habe, treten die Längsbinden nur selten von Anfang an in ihrer ganzen Länge auf. Sie sind zuerst weit kürzer (*Eupithecia tamarisciata*), wachsen in die Länge, werden aber am Schluss der Puppenentwicklung sehr häufig durch Schuppen der Grundfarbe an ihrem hinteren Ende verkürzt.

Ueberall besitzen die Längsbinden die Neigung breiter zu werden und seitlich zu verschmelzen, so dass sehr breite Binden, Eimer nannte sie Bandbinden, zu stande kommen (*Platisamia cecropia*). Belege für diese Entwicklungsrichtung finden wir in allen Gruppen sowohl der Tag- als auch der Nachtschmetterlinge.

Schließlich entstehen auf diese Weise einfarbige Formen oder nahezu einfarbige, wie uns die Entwicklung von *Platisania cecropia* und noch deutlicher diejenige von *Samia promethea* erkennen lässt.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Transplantationsversuche an Lumbriciden.

Von **Otto Rabes.**

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Seit längerer Zeit mit Transplantationsversuchen an Regenwürmern beschäftigt, möchte ich mir erlauben, über diese Versuche, sowie über die ihnen vorangehenden anderer Autoren zu berichten. Was die Benennung „Transplantationsversuche" betrifft, so wird dieselbe zwar von den Chirurgen für gewöhnlich in engerem Sinne gebraucht, doch erscheint sie auch für die hier vorgenommenen Verwachsungsversuche so bezeichnend, dass ich sie für dieselben beibehalten möchte.

Transplantationsversuche mit größeren Teilstücken von Tieren wurden zuerst von Born an Larven von *Rana*, sodann von Wetzel an *Hydra* angestellt. Im ersteren Falle handelte es sich dabei um Larven, die auf einem sehr frühen Entwicklungsstadium vereinigt wurden, im andern um höchst einfach organisierte Coelenteraten. Auf Anregung Professor Korschelt's führte Joest[1]) in umfang-

1) E. Korschelt. Bericht über die von E. Joest angestellten Transplantationsversuche an Regenwürmern. Sitzungsber. d. Ges. zur Beförderung d. ges. Naturw. z. Marburg 1895. — E. Joest. Transplantationsversuche an Lumbriciden. — Morphologie und Physiologie der Transplantationen. Arch. f. Entw. d. Organismen, 1897.

reichem Maße ähnliche Verwachsungsversuche mit den so regenerationsfähigen Lumbriciden aus. Prof. Korschelt[1]) setzte dann selbst diese Untersuchungen weiter fort und modifizierte sie in bestimmten Richtungen, speziell auch mit Rücksicht auf das physiologische Verhalten der vereinigten Teilstücke. Die Versuche waren von bestem Erfolge begleitet und lieferten in sehr vielen Fällen eine dauernde Vereinigung der Teilstücke. Gegenüber den obigen Versuchen war dieser Erfolg nach zwei Richtungen nicht ohne Bedeutung; denn die Experimente wurden mit völlig entwickelten, geschlechtsreifen Tieren angestellt, die zudem auf einer relativ sehr hohen Organisationsstufe stehen.

Die erste Grundlage für das Gelingen der Transplantationen ist eine sorgfältige Beachtung der Methodik, die im wesentlichen darauf hinzielt, den Darm der zu operierenden Würmer von seinem erdigen Inhalte gänzlich zu befreien, damit derselbe das schnelle Verheilen der durch 3—4 Seidenligaturen verbundenen Wundränder nicht erschwert oder vereitelt.

Nach dem Vorgange von A. Giard teilte Joest seine Verwachsungsversuche ein in „autoplastische“ — Teilstücke eines und desselben Individuums sind vereinigt — „homoplastische“ — die Vereinigung betrifft Teilstücke verschiedener Individuen derselben Species — und „heteroplastische“ —, die vereinigten Teilstücke entstammen verschiedenen Individuen, die zugleich verschiedenen Arten angehören.

Was die heteroplastischen Vereinigungen anbetrifft, um diese gleich vorweg zu nehmen, da es sich in den meisten Versuchsreihen vorwiegend um auto- und homoplastische handelt, so fällt zuerst auf, dass sie ziemlich schwer zu erhalten sind. Auch eigneten sich dazu bei weitem nicht alle Lumbricidenarten; am besten gelangen heteroplastische Vereinigungen zwischen *Allolobophora terrestris* und *All. foetida,* sowie zwischen *Lumbricus rubellus* und *All. terrestris.* Bei allen anderen Vereinigungen, die mit den verschiedensten Species (*All. caliginosa, All. subrundica, All. chlorotica*) noch vorgenommen wurden, blieb ein dauernder Erfolg aus. Die Teilstücke blieben zwar während der ersten Tage, ja mitunter Wochen vereinigt, schienen auch recht gut zu verheilen, bis beide Hälften dann plötzlich und ohne erkennbare äußere Ursache sich genau an der Verwachsungsstelle trennten. Die gelungenen Vereinigungen aber zeigten, dass die Teilstücke, obgleich sie zu einem neuen, einheitlich organisierten Individuum verschmelzen, doch stets ihren Speciescharakter bewahren. Das tritt scharf und eigenartig in der Färbung der Teilstücke hervor und bezieht sich nicht nur auf große Teilstücke, sondern wird besonders durch das Verhalten

1) E. Korschelt. Ueber Regenerations- und Transplantationsversuche an Lumbriciden. Verhandl. deutsch. zool. Gesellschaft, 1898.

kleinster Hautmuskelstücke, die auf Wunden normaler Tiere transplantiert wurden, zur Evidenz erhoben. Die Segmentgrenzen solcher Stückchen verschmelzen nach Möglichkeit mit denen des normalen Tieres, so dass in günstigen Fällen vollständige Einheit der Segmentierung entsteht. An der Färbung des transplantierten Stückes aber änderte sich selbst nach $8^1/_2$ monatlicher Beobachtung nicht das Geringste. Trotz der so innigen Vereinigung vermag kein Komponent den Speciescharakter des andern zu beeinflussen bezw. zu verändern. Zu demselben Resultate war schon früher Vöchting[1]) in seinen „Transplantationsversuchen am Pflanzenkörper" gekommen, während es Wetzel[2]) und Born[3]) nicht gelungen ist, dauernde heteroplastische Vereinigungen herzustellen.

Was nun die auto- und homoplastischen Vereinigungen bei Lumbriciden betrifft, so sind die einfachsten Versuche die, ungleichnamige Teilstücke, also Vorder- und Hinterenden in normaler Stellung zu vereinigen. Solche Teilstücke verwachsen am leichtesten und liefern nach einer verhältnismäßig kurzen Zeit Individuen, deren Organismus vollständig einheitlich funktioniert, die sich in nichts von normalen Würmern unterscheiden und, falls sie noch nicht vollständig ausgewachsen waren, auch dann zur definitiven Größe heranwuchsen.

Etwas anders schon verhielten sich Vereinigungen, deren Teilstücke in der Längsrichtung gegeneinander gedreht wurden. Bei geringer Längsdrehung und bei solcher bis zu 90° verwachsen die Teilstücke noch fast ebenso schnell und gut wie bei den Vereinigungen in normaler Stellung, Darm und Blutgefäßkommunikation tritt ein, während bei Drehung um 180°, also so, dass die Rückenseite des einen Teilstückes mit der Bauchseite des anderen vereinigt wird, die beiden Komponenten weit seltener und auch bedeutend langsamer verwachsen. In diesem Falle verbinden sich von den inneren Organen nur die Darmenden, was durch Vergleichung der abgegebenen Exkremente bewiesen wurde, während bezüglich der Vereinigung des Blutgefäß- und Nervensystems die makroskopische Besichtigung keine sicheren Schlüsse gestattet. Reizversuche machten es wahrscheinlich, dass bei Drehung um 90° in einigen Fällen, bei Drehung um 180° niemals nervöse Verbindung eintritt, da in letzterem Falle die Bauchmarkenden an den beiden entgegengesetzten Seiten der Peripherie der Vereinigungsstelle liegen.

Durch Vereinigung zweier passend zugeschnittener Teilstücke in normaler Lage stellte Joest auch verkürzte bezw. verlängerte Tiere

---

1) F. Vöchting. Ueber Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen, 1892.

2) G. Wetzel. Transplantationsversuche mit Hydra. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45, 1895 u. Bd. 52, 1898.

3) G. Born. Ueber Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Org., 1897.

her; selbst mit drei Teilstücken konnte er sehr stark verlängerte Tiere erhalten; doch bieten diese Versuche, abgesehen von dem eigenartigen Aussehen, das diese Vereinigungen zeigen, kaum etwas besonders Bemerkenswertes dar.

Recht eigenartige Bilder boten auch jene Fälle, in denen es gelang, nach Entfernung einer Anzahl Kopf- und Schwanzsegmente, die orale und aborale Wundfläche eines entsprechend groß gewählten Wurmes zu vereinigen und zur Verheilung zu bringen. Die so entstandenen Ringe trennten sich aber fast stets in den folgenden Tagen an der Wundstelle, wohl infolge heftiger Bewegungen, die dort in entgegengesetzter Richtung aufeinanderstoßen mussten und das Zerreißen bewirkten. Nur in einem Falle wurde ein Ring drei Wochen so am Leben erhalten, dann aber an der der Vereinigungsstelle entgegengesetzten Seite durchtrennt. Das Tier streckte sich wieder gerade, bewegte sich in fast normaler Weise, bildete schon nach vier Tagen an dem einen Ende eine Afteröffnung, nach weiteren drei Wochen ein viele Segmente umfassendes Schwanzregenerat, während die Neubildung eines Kopfstückes unterblieb. — In mehreren Fällen gelang die Darstellung eines Ringes aus zwei Teilstücken, die mit ihren gleichnamigen Enden vereinigt wurden. Ein solcher Ring wurde nach $1^1/_2$ Monaten ohngefähr in der Mitte des einen Teilstückes wieder durchtrennt. Dadurch wurde ein Wurm erhalten, bei dem das mittlere Teilstück umgekehrt gegen die beiden Endstücke orientiert war. Trotz dieser entgegengesetzten Orientierung war aber doch nervöse Verbindung eingetreten, wie durch Reizversuche ermittelt werden konnte. Eine Neubildung des Kopfes oder Schwanzes aber trat nicht ein, obgleich das Tier 11 Monate am Leben blieb.

Mit diesem letzten Experimente aber sind wir schon zu der anderen Hauptgruppe von Versuchen gekommen, in denen es sich um Vereinigung gleichnamiger Teilstücke handelt. Von diesen gelingt die Vereinigung zweier oraler Pole (Vereinigung zweier Schwanzstücke) verhältnismäßig recht leicht. Interessant ist, dass solche Transplantationen, obgleich wegen des Mangels einer Mundöffnung an jeglicher Nahrungsaufnahme verhindert, doch dauernde Vereinigungen ergeben, die nicht selten ein Alter von einem Jahre erreichten und dann wohl nur aus Nahrungsmangel zu Grunde gingen. Diese Beobachtung liefert einen schlagenden Beweis für die große Lebenszähigkeit unserer Regenwürmer. Bemerkenswert an diesen Vereinigungen ist ferner, dass hier ziemlich häufig Regenerationsknospen an der Wundstelle auftraten. Auf dieses Verhalten wird weiter unten näher eingegangen.

Die meiste Schwierigkeit von allen Versuchen bereitete die Vereinigung zweier aboraler Pole (zweier Kopfstücke). Während bei der Transplantation zweier Schwanzstücke die entgegengesetzt gerichtete Lokomotion zu einem Aneinanderpressen der Wundflächen führt, was

die schnelle Verheilung wesentlich erleichtert, wirkt sie hier umgekehrt: die Kopfstücke drängen sich auseinander und bewirken dadurch ein Ausreißen der Nähte, was die vollständige Trennung der Teilstücke zur Folge hat. Ganz analoge Beobachtungen machte auch Born bei der Vereinigung der Teilstücke von Amphibienlarven: die Vereinigung von Hinterstücken gelang leicht, die von Kopfstücken jedoch recht schwer, da die Flimmerhaare bewirkten, dass sich die Teilstücke stets nach vorn bewegten, wodurch die Hinterstücke stets gegeneinander, die Kopfstücke aber voneinander weggetrieben wurden. Nur durch Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln gelang es Joest, die Vereinigung mehrere Wochen, in dem günstigsten Falle etwas länger als zwei Monate zu erhalten.

Die dritte Gruppe von Versuchen bezog sich auf die Einpflanzung von Teilstücken in normale Tiere. Auch diese Versuche waren recht erfolgreich. Joest pflanzte Kopf- oder Schwanzenden in entsprechend angebrachte Wunden normaler Würmer ein; Professor Korschelt variierte die Versuche späterhin noch insofern, als er ein Kopfstück mit zwei Schwanzstücken und umgekehrt ein Schwanzstück mit zwei Kopfstücken vereinigte. So entstanden Tiere mit zwei Köpfen, bezw. zwei Schwänzen — letztere bei weitem leichter als erstere — und in relativ recht zahlreichen Fällen ergaben die Experimente dauernde Vereinigungen (bis drei Jahr fünf Monate). In welcher Weise bei diesen Tieren die inneren Organe verwachsen waren, werden wir unten sehen.

Erwähnenswert sind auch die Parallelvereinigungen zweier Individuen. Die Anordnung des Versuches erfolgte in der Weise, dass zwei möglichst gleich großen Würmern (*All. terrestris*) im vorderen Körperteile eine etwa 10—15 Segmente umfassende seitliche Hautmuskelschlauchwunde angelegt wurde. Durch 8—10 Seidenligaturen wurden die entsprechenden Wundränder hierauf vereinigt. Nach der Verheilung sind die Würmer durch ein breites Band, vermittelst welchem die Leibeshöhlen beider Individuen kommunizieren, vereinigt und kriechen meist in paralleler Stellung vorwärts. Dieser Versuch ist recht schwierig auszuführen und gelingt selten; merkwürdigerweise wurde er allein von allen Transplantationsversuchen schon 1829 von Morren mit Erfolg vorgenommen.

Zuletzt beschäftigte sich Joest mit Uebertragung kleinerer, allein nicht existenzfähiger Teilstückchen auf größere, existenzfähige. Unabsichtlich traten solche Vereinigungen in den früheren Versuchsreihen dann ein, wenn das Vorderstück sich willkürlich abtrennte, dabei aber einige Segmente an der Wundfläche des Hinterstückes zurückließ. Durch die Nähte mit dem Hinterstücke in engster Verbindung erhalten, verwuchsen diese kleinen Stücke nicht nur meist sehr schnell mit dem größeren, sondern begannen in vielen Fällen auch nach kurzer Zeit

Regenerationsknospen zu entwickeln. Dies ist um so bemerkenswerter, als die Teilstückchen oftmals nur zwei bis vier Segmente umfassten, was von vornherein ausschließt, dass sie aus sich heraus das Material zum Aufbau langer Regenerate könnten produziert haben. Interessant ist in dieser Beziehung ein Fall, in dem drei Segmente mit dem Hinterstück vereinigt blieben. Nach einiger Zeit erzeugten sie ein aus acht Segmenten bestehendes Kopfregenerat, aus dem etwas später ein neues, aus 37 Segmenten bestehendes Regenerat hervorsprosste. Hier kam es also zu einer zweimaligen Regeneration. Doch auch absichtlich wurden solche Transplantationen vorgenommen. Die Anordnung der Versuche erinnert dann am meisten an die von den Chirurgen als „Transplantation" bezeichneten Experimente. Mit der Schere wird ein kleines Stück Hautmuskelschlauch herausgeschnitten und auf eine Quer- bezw. Längswunde eines normalen Wurmes übertragen. Diese kleinen Stücke wachsen leicht und schnell an und verschmelzen sehr innig mit dem Hauptstücke, was sich besonders darin zeigt, dass schließlich die Segmentgrenzen des eingepflanzten Stückes in die des normalen Wurmes einbezogen werden, so dass die Segmentierung an der Operationsstelle nach genügend langer Zeit wieder eine möglichst einheitliche wird. Entstammten die übertragenen Stücke anders gefärbten Species, so änderten sie selbst nach langer Beobachtungszeit ihre Eigenfärbung absolut nicht.

Dieses sind in ihren Hauptzügen die Ergebnisse der bisherigen Experimente. Sie hatten gezeigt, dass sich Teilstücke von erwachsenen Individuen dauernd vereinigen lassen und zwar so, dass sie nach ziemlich kurzer Zeit wieder ein einheitlich funktionierendes Individuum ergeben. Joest's Untersuchung berücksichtigte zunächst fast ausschließlich die Ergebnisse, die durch makroskopische Besichtigung gewonnen sind; es galt nun, durch genaue mikroskopische Untersuchung zu ermitteln, in welcher Weise die Vereinigung der Teilstücke erfolgt und wie sich die einzelnen Organe und Gewebe dabei verhalten Diese Untersuchungen habe ich vor kurzem abgeschlossen und ihre Ergebnisse in einer ausführlicheren Arbeit, die demnächst in Roux's „Archiv für Entwicklungsmechanik" 13. Bd. 1901 erscheinen wird, dargestellt. Hier sollen nur die Befunde, die mehr von allgemeinem Interesse, insbesondere biologischer Natur sind, kurz zusammengefasst werden.

Was zunächst den Prozess der Wundheilung betrifft, so tritt darin sehr stark das Bestreben des Wurmes hervor, die Wunde schnell nach außen abzuschließen und sodann möglichst bald epithelial zu überhäuten. — Durch die Nähte werden die Wundränder einander möglichst genähert, so dass nur ein sehr schmaler Wundspalt zwischen ihnen bleibt. Der letztere wird recht bald (in günstigen Fällen schon 1 Stunde nach der Operation) durch Lymphzellen ausgefüllt, die von allen Seiten der Wundstelle zufließen und vermöge ihrer schleimartigen Konsistenz recht

gut geeignet sind, die Lücke auszufüllen und zu verstopfen. Ist auf diese Weise das Innere des Körpers nach außen abgeschlossen, so wird der Wundspalt auch bald durch Epithelzellen überdeckt. Recht bemerkenswert ist dabei, dass letzteres nicht durch Neubildung von Epithelzellen, sondern allein durch die alte Hypodermis bewirkt wird. Nach der Operation ist die Hypodermis infolge einer starken Kontraktion der Ringmuskulatur stark nach innen gekrümmt und gefältelt; bald aber lösen sich ihre Zellen von der Basalmembran und werden durch das von den Lymphzellen gebildete Wundgewebe emporgehoben, so dass sie auf dasselbe zu liegen kommen; die von beiden Wundflächen kommenden Ränder der Hypodermis berühren sich nach kurzer Zeit über dem Wundgewebe und verschmelzen fest miteinander. Dieser ganze Vorgang läuft in zwei bis drei Tagen ab. Die Epithelschichten scheinen im allgemeinen sehr leicht zu verwachsen, wird doch von Rievel[1]), Haase[2]), Michel[3]), Schultz[4]) und v. Wagner[5]) berichtet, dass bei der Regeneration des Hinterendes bei verschiedenen Anneliden das Körperepithel an der Durchtrennungsstelle anstandslos und leicht mit dem Epithel des Darmes verschmilzt und bei den Anurenlarven, denen Born ein geradezu „phänomenales Wundheilungsvermögen" zuschreibt und bei welchen in gewissen Fällen auch ein Verwachsen ektodermaler und entodermaler Epithelien eintrat, überdeckte das Körperepithel die Wundflächen mit einer Schnelligkeit, wie ich sie bei Lumbriciden niemals beobachtet habe.

Nachdem durch das Wundgewebe die primäre Vereinigung der Teilstücke erfolgt ist, werden in demselben durch Zellen, die teils aus der Hypodermis, teils aus der Muskulatur einwandern, Neubildungszonen der Ring- und Längsmuskulatur angelegt. Erst durch die dort gebildeten Muskelfibrillen erfolgt die endgültige Verwachsung der Teilstücke. Während hier also erst sekundär die definitive Vereinigung erfolgt, tritt sie bei den Anurenlarven stets primär, durch einfaches Verwachsen der einander genäherten Enden ein, ein Verhalten, das wohl in der erst in der Entwicklung begriffenen Differenzierung der Gewebe bedingt ist.

---

1) F. Rievel. Die Regeneration des Vorderdarmes und Enddarmes bei einigen Anneliden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 1896.

2) F. Haase. Regenerationsvorgänge bei *Tubifex rivulorum* Lam. mit besonderer Berücksichtigung des Darmkanales und Nervensystemes. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, 1898.

3) A. Michel. Recherches sur la régénération chez les annelides. Bullet. scientif. de la France et de la Belgique. Paris, 1898.

4) Eugen Schultz. Aus dem Gebiete der Regeneration. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 1899.

5) Fr. v. Wagner. Beiträge zur Kenntnis der Reparationsprozesse bei *Lumbriculus variegatus*. Zool. Jahrb. v. Spengel, 1900.

Einseitig und stark spezialisierte Zellen, wie es z. B. die Drüsenzellen der Hypodermis sind, scheinen im Prozesse der Wundheilung störend zu wirken, da sie sehr bald aus der die Wundspalte überdeckenden Hypodermis ausgestoßen werden. Ihre Membran platzt an der an das Wundgewebe grenzenden Seite und entleert ihren Inhalt in Form von tief und gleichmäßig sich färbenden Körnern in dasselbe. Diese Körner sowie auch die aufgebrauchten Lymphzellen werden von Leukocyten zu den in den benachbarten Segmenten liegenden Nephridien transportiert, deren Kanäle dann von solchen Ueberresten dicht erfüllt sind.

In derselben Weise verläuft die Wundheilung auch in allen übrigen Versuchsreihen, so dass wir im nachfolgenden nur die Verwachsung der inneren Organe zu berücksichtigen brauchen.

Bei allen Versuchen, mag es sich um Vereinigung von Teilstücken oder um Einpflanzung handeln, tritt ganz einheitlich hervor, dass in erster Linie die Lumina des Darmes und sodann auch die Blutgefäße vollständig oder doch zum größten Teile miteinander kommunizieren. Durch die Vereinigung dieser beiden Organsysteme wird die Gemeinsamkeit der Nahrung und die Gemeinsamkeit bezw. der Austausch des Blutes in den Teilstücken gesichert, sie werden eine vegetative Einheit, was für ihre weitere Existenz die erste Grundlage sein muss.

Vollständige und glatte Vereinigung der Darmenden tritt in allen Fällen ein, was durch den Umfang und die centrale Lage des Darmrohres wesentlich erleichtert wird. Mögen die Teilstücke in normaler Stellung oder unter Längsdrehung vereinigt werden, immer müssen die Darmenden gegeneinander zu liegen kommen, so dass sie verwachsen können. Dieses erfolgt in der Weise, dass die Ränder zunächst verkleben, dann aber unter Zuhilfenahme neugebildeter Epithelzellen definitiv verwachsen, die etwa vom 12. Tage an von den alten Epithelzellen der Darmenden durch mitotische Teilung erzeugt werden. Analog berichtet Schultz von der Regeneration des Hinterendes verschiedener Anneliden, dass der Enddarm durch einfaches Auswachsen des Mitteldarmes, der durch mitotische Teilung seiner Epithelzellen das nötige Material liefert, gebildet wird. — Es ist dabei durchaus nicht nötig, dass stets genau sich entsprechende Teile des Darmes vereinigt werden, sie können vielmehr den verschiedensten Abschnitten des Darmrohres angehören und verwachsen doch anstandslos und glatt. Das gilt sowohl für die Lumbriciden, als auch für die Anurenlarven und wurde nicht nur am Darm, sondern auch am Blutgefäß- und Nervensystem beobachtet.

Komplizierter gestaltet sich die Vereinigung der Blutgefäßenden. Bei Vereinigungen in normaler Stellung der Teilstücke kommen die Gefäßenden gegeneinander zu liegen und verwachsen leicht und glatt; sind sie dagegen in der Längsrichtung gegeneinander gedreht, so liegen

die Gefäßenden mehr oder weniger weit voneinander entfernt. In diesem Falle biegen die freien Enden sich einander zu; die Gefäßvereinigung zeigt dann einen geknickten, „bajonettförmigen" Verlauf. Die Vereinigung der Gefäßenden geht in der Weise vor sich, dass der Blutstrom zunächst vom Wundgewebe eingedämmt und abgegrenzt wird. Ist so die neue Bahn an der Vereinigungsstelle vorgezeichnet, so werden aus dem Wundgewebe heraus die Gefäßwände gebildet. Bei einer Längsdrehung der Teilstücke um 180°, wo also die Rücken- mit der Bauchseite vereinigt wird, kommen die Enden der Rückengefäße gegen die der Bauchgefäße zu liegen, die, trotz der Ungleichheit im Lumen und im histologischen Baue der Gefäßwände, schon nach zwei Wochen glatt miteinander verwachsen. Das Verwachsen ungleichnamiger Gefäßenden konnte auch bei Einpflanzungen beobachtet werden, wo in einem Falle z. B. das Rückengefäß des eingepflanzten Seitenstückes mittelst mehrerer stärkerer und schwächerer Anastomosen sich mit dem ihm am nächsten liegenden Bauchgefäße vereinigt hatte.

Die Gefäße vereinigen sich also stets direkt, auch wenn sie nicht gleicher Art sind. Für den letzten Fall erhebt sich nun sofort die wichtige Frage, in welcher Weise dann das Blut in den vereinigten Teilstücken cirkuliert. Am a. O. habe ich ausführlicher nachzuweisen gesucht, dass es jedenfalls unter Zuhilfenahme einer der Kollateralbahnen geschieht, die in jedem Segment das Rückengefäß mit dem Bauchgefäße verbinden. Indem die dem freien Gefäßende zunächstliegende Seitenbahn zur Verbindungsbahn der entgegengesetzt liegenden Rückengefäße wird, die dann auch im Lumen und im histologischen Baue der Gefäßwände sich ihrer neuen Funktion anpassen muss, kann die ursprüngliche Strömungsrichtung des Blutes wieder hergestellt, die Cirkulation in beiden Teilstücken wieder eine einheitliche werden.

Aehnlich verhält es sich mit der Bluteirkulation bei der Vereinigung zweier gleichnamiger Teilstücke. Werden z. B. zwei Hinterenden in normaler Stellung verbunden, so verwachsen die Rücken- und Bauchgefäßenden. In diesem Falle müssten, wegen der entgegengerichteten Strömung des Blutes, an der Vereinigungsstelle der Rückengefäße die Blutwellen gegeneinander stoßen, was eine Anstauung des Blutes an dieser Stelle zur Folge hätte, während andererseits aus demselben Grunde an der Vereinigungsstelle der Bauchgefäße eine blutleere Region entstehen würde. Hier zeigte nun die Untersuchung, dass die der Operationsstelle benachbarten Kollateralbahnen teilweise in ihrem Lumen stärker ausgebildet waren, während die Rückengefäße nicht glatt in einem einzigen, gleich starken Rohre kommunizierten, sondern durch mehrere schwächere Anastomosen und mitunter gewundene Seitenzweige verbunden waren. Diese Abweichung in der Verbindungsweise ist wohl nur so zu deuten, dass sie allein den Zweck hat, eine Stauung

des Blutes zu verhindern und das Blut von der Vereinigungsstelle der Rückengefäße nach den Bauchgefäßen zu leiten.

Ist so durch die Verwachsung der im Dienste der Ernährung stehenden Organe (Darm und Blutgefäße) die vegetative Einheit der Teilstücke, durch die ihre weitere Existenz gewährleistet ist, hergestellt, so können sie zur vollständigen physiologischen Einheit doch nur erst dann werden, wenn auch die Teile des dritten der longitudinalen Organe, des Nervensystems, sich verbinden. Eine solche Verbindung fehlt vollständig nur den Vereinigungen zweier Teilstücke unter Längsdrehung von 180°, während sie bei den Einpflanzungen stets teilweise fehlt, insofern nämlich, als hier sich regelmäßig nur die Bauchmarkenden zweier Teilstücke verbinden, das dritte aber nervös isoliert bleibt. In allen übrigen Fällen aber wird sehr frühzeitig — schon nach 9—12 Tagen — die nervöse Einheit hergestellt.

In den ersten Tagen endet das Bauchmark etwas zerfasert in der Wundstelle, bald aber beginnen die alten Nervenfasern kräftig auszuwachsen. Sie durchsetzen von beiden Seiten her das Narbengewebe, stoßen dann aufeinander, und indem sie innig verschmelzen, stellen sie die nervöse Vereinigung der Teilstücke wieder her. Die Ganglienzellen des neugebildeten Verbindungsstückes werden von den Ganglienzellen der alten Bauchmarkketten durch mitotische Teilung geliefert; sie wandern also nicht, wie dies bei der Regeneration geschieht, zumeist direkt aus dem Ektoderm ein. Letzteres konnte nur in einigen wenigen Fällen, wo es sich um Wiederherstellung eines relativ langen Verbindungsstückes handelte (Vereinigung unter Längsdrehung), beobachtet werden. Was das Verhalten des Nervensystems betrifft, so befinden sich meine Angaben darüber in erfreulicher Uebereinstimmung mit denen Hescheler's[1]), der dieselben Vorgänge am durchschnittenen Bauchmarkende — Auswachsen der alten Nervenfasern, mitotische Teilung der Ganglienzellen in den der Wundstelle benachbart liegenden Ganglienhaufen, Einwanderung von Hypodermiszellen zur Bauchmarkanlage — bei seinen Regenerationsversuchen an Lumbriciden beobachtet hat.

Das Vorhandensein der nervösen Verbindung lässt sich meist schon äußerlich durch Reizversuche konstatieren. In diesem Falle tritt, sobald das Vorderstück gereizt wird, eine eigentümliche „Zuckbewegung" am Hinterende ein. Während nämlich der übrige Körper des Tieres vollständig in Ruhe verbleibt, blähen sich einige Segmente kurz vor dem After plötzlich seitwärts auf, gleichsam als würde mit einem Ruck Luft in dieselben hineingeblasen. Joest nahm diese Reizung noch in primitiver Weise vor, indem er Pinzette oder Nadel dazu benützte. Professor Korschelt verbesserte die Methode, indem er sich zur

1) K. Hescheler. Ueber Regenerationsvorgänge bei Lumbriciden. Jenaische Zeitschr. f. d. ges. Naturwissensch. II. Teil, 1898.

Reizung eines Schlitteninduktors bediente, der es gestattet, die Stärke der Reize in genau abgemessener Weise zu variieren. Dasselbe Instrument wurde sodann auch von mir angewandt, und wie die mikroskopische Untersuchung bestätigte, lieferte diese Methode meist recht zuverlässige Resultate.

Das Auftreten der Reizbewegung so nahe vor dem After führte anfänglich auf Grund der Arbeiten Friedlaender's und Cerfontaines über das Centralnervensystem von *Lumbricus* zu der Annahme, dass die sogenannten Leydig'schen Fasern, jene Riesenröhren, die das Bauchmark der meisten Anneliden ununterbrochen in seiner ganzen Länge durchziehen, die Reizleitung vermitteln und so die Zuckbewegung hervorrufen. Der ganze Verlauf der Verwachsung der Bauchmarkenden zeigte aber bei der mikroskopischen Untersuchung bald, dass die auswachsenden Nervenfasern die erste nervöse Verbindung herstellen, dass also auch die Zuckbewegung nicht durch die Leydig'schen Fasern bewirkt wird und dass letztere nicht die Funktion haben können, Reize möglichst schnell von einem Körperende zum andern zu übertragen. Die Leydig'schen Fasern verwachsen von allen nervösen Elementen am spätesten; erst nachdem das Verbindungsstück fast vollständig ausgebildet ist, sind sie darin deutlich nachweisbar. Dadurch aber wurde auch die zu Anfang der Untersuchung gehegte Hoffnung, experimentelle Beweise für oder gegen ihre nervöse Natur erhalten zu können, leider vereitelt.

Bezüglich der nervösen Verbindung zweier vereinigter Hinterenden muss ich hier noch etwas näher auf eine interessante Beobachtung eingehen, die zuerst von Prof. Korschelt gemacht wurde. Es „zeigte sich, dass am Anfang eine Reizübertragung von einem Endstück zum anderen nicht vorhanden war und dass sie in einigen Fällen auch dauernd ausblieb, in anderen hingegen und zwar in der größeren Mehrzahl von Fällen ergab sich eine Reizübertragung. Dieselbe konnte entweder von jedem der beiden Enden zum anderen Ende erfolgen oder aber nur von dem einen zum anderen Ende, nicht aber in umgekehrter Richtung". Ein und derselbe Reiz wurde hier also in dem einen Teilstücke von hinten nach vorn, im anderen in genau entgegengesetzter Richtung von vorn nach hinten geleitet. Die gleiche Beobachtung ließ sich auch dann noch machen, wenn beide Hinterstücke durch ein eingeschaltetes Mittelstück getrennt wurden. Nach den bisherigen Kenntnissen über den Bau des Centralnervensystems der Lumbriciden lag es sehr nahe, den Grund für diese in dem einen Teilstücke gleichsam umgekehrte Reizleitung in einem für diesen Fall verschiedenen Verhalten der Leydig'schen Fasern zu suchen. Man könnte annehmen, „dass die Verwachsung der Leydig'schen Fasern teilweise unterblieben oder aber in differenter Weise erfolgt ist". Unterstützt wird der letztere Gedanke besonders durch die Erwägung, dass die Fasern

untereinander vielleicht durch ein verschiedenartiges Leitungsvermögen ausgezeichnet sind, da die Ganglienzellen der mittleren Faser im Kopfabschnitte, die der seitlichen aber nahe dem Schwanzende gelagert sind. Genauere Aufklärung über die nervöse Verbindung konnte aber erst von der mikroskopischen Untersuchung erwartet werden. Betrachten wir daher einige Fälle in Bezug auf die Ergebnisse, die durch die Reizversuche und die histologische Untersuchung gewonnen wurden.

Vereinigung zweier Schwanzenden von *All. foetida*; zeigte Reizleitung sicher nach der einen Seite; nach 127 Tagen wurde das Stück konserviert. Histologischer Befund: die Fasern der Bauchmarkenden sind stark ausgewachsen, haben sich aber nicht direkt vereinigt, sondern gehen zunächst ein Stück nebeneinander und verbinden sich dann von der Seite her. In der Verwachsungsstelle liegen Haufen kleiner Ganglienzellen.

Vereinigung zweier Schwanzenden von *All. terrestris;* deutliche Reizleitung nach beiden Enden; nach zwei Monaten konserviert. — In der Verwachsungsstelle treten auf mehreren Querschnitten die beiden Bauchmarkenden nebeneinander auf und sind dann seitlich verwachsen; Vereinigung der Leydig'schen Fasern ist nur undeutlich vorhanden; Verbindungsstelle mit Ganglienzellen besetzt.

Vereinigung zweier Schwanzenden von *All. terrestris*; deutlicher Reizausschlag an beiden Enden; Alter 3 Monate 14 Tage. — Die Verwachsungsstelle zeigt deutlich die Mitbeteiligung der Hypodermis an der Neubildung des Bauchmarks. Hypodermiszellen, die schon gänzlich das Aussehen von Ganglienzellen haben, wandern in ziemlich großer Zahl direkt zur Bauchmarkanlage; dort befinden sich viele große und kleine Ganglienzellen (cf. Fig. 37 meiner Arbeit a. a. O.). Die Leydig'schen Fasern sind nicht verbunden.

Vergleichen wir die drei Fälle, so ergiebt sich zunächst, dass eine Verwachsung der Leydig'schen Fasern auch in dieser Versuchsreihe nicht die Ursache der Reizleitung sein kann. Sodann aber tritt in dem teilweisen Nebeneinander der Bauchmarkenden die starke Tendenz der letzteren, nach Möglichkeit auszuwachsen, recht deutlich hervor. Und dieses Bestreben scheint für die obige Erscheinung von Bedeutung zu sein; denn in allen den Fällen, wo durch das Auswachsen ein möglichst langes Verbindungsstück hergestellt wurde, das eine Besetzung mit neuen Ganglienzellen erforderte, konnte Reizübertragung von einem Teilstücke auf das andere beobachtet werden. Wurde hingegen dieses starke Auswachsen durch ganz dichte Anlagerung der Bauchmarkenden aneinander unterdrückt, so dass also letztere sich durch ein nur ganz minimales Verbindungsstück vereinigten, das nicht mit neuen Ganglienzellen versehen wurde bezw. zu werden brauchte, so unterblieb auch die Reizleitung. — Der letzte Grund aber für das eigenartige Verhalten bezüglich der Reizleitung ist wohl darin zu suchen,

dass, wie auch Born und Wetzel gezeigt haben, das Gesetz der Polarität, wie es besonders Vöchting auf botanischem Gebiete feststellte, im Tierreiche nicht gilt. Tritt dieses schon äußerlich durch das schnelle und glatte Verwachsen von Teilstücken der Lumbriciden, die mit ihren gleichen Polen zusammengefügt werden, hervor, so findet es seinen evidentesten Ausdruck eben in dem festen Verschmelzen des Bauchmarkes, das so innig wird, dass derselbe Reiz, der das eine Teilstück von hinten nach vorn durchläuft, vom andern in entgegengesetzter Richtung geleitet werden kann.

Die interessantesten Ergebnisse bezüglich der Verbindung des Nervensystems der Teilstücke lieferten die Vereinigungen unter Längsdrehung um 90°, wo also die Bauchmarkenden bei der Vereinigung um den Viertelumfang des Wurmkörpers voneinander getrennt waren. Auf Grund der makroskopischen Beobachtung war Joest bei diesen Vereinigungen zu dem Resultate gekommen, „dass eine nervöse Verbindung der Teilstücke meist fehle". Die mikroskopische Untersuchung aber zeigte, dass in den allermeisten Fällen eine nervöse Verbindung eintritt, wenn nicht äußere Umstände — wie z. B. Gewebeteile, die sich zwischen die Bauchmarkenden legen können — dieselbe verhindern, was zuweilen eintreten kann. Die Vereinigung selbst geht in der Weise vor sich, dass die freien Bauchmarkenden und die energisch auswachsenden alten Nervenfasern sich gegeneinander umbiegen, sich auf diese Weise treffen können, verschmelzen und so die nervöse Einheit wieder herstellen. Durch dieses Umbiegen der auswachsenden Bauchmarkenden aber kommt jene Bajonettform des Verbindungsstückes zu stande, wie wir sie schon von der Vereinigungsstelle der Gefäße kennen. Bei geringerer Längsdrehung der Teilstücke kommt zwar diese Erscheinung auch schon vor, doch ist sie dort weniger deutlich, während bei Längsdrehung um 180° das Umbiegen der freien Nervenenden zwar auch auftritt, aber nervöse Vereinigung wegen der zu großen Entfernung der Bauchmarkstümpfe nicht mehr stattfinden kann.

Fragen wir nun nach der Ursache dieses Umbiegens, so können wir eine hinreichende Erklärung nur in der Annahme finden, dass richtende Reize dabei thätig sind. Dass richtende Reize im Leben frei beweglicher Organismen und wachsender Organe eine wichtige Rolle spielen, ist auf botanischem Gebiete schon seit längerer Zeit bekannt. Herbst[1]) suchte sodann nachzuweisen, dass „Richtungsreize" auch im Gebiete der Zoologie in mannigfaltiger Weise wirksam sind; Driesch[2]) stellte solche bei der Mesenchymbildung in der Gastrula der Echiniden fest. Auch die oben angegebenen Erscheinungen, das scharfe Umbiegen der freien Bauchmarkenden, das ge-

1) C. Herbst. Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. Biol. Centralbl., 1894.

2) F. Driesch. Resultate und Probleme der Entwicklungsphysiologie der Tiere. Ergebn. d. Anat. u. Entw. v. Merckel u. Bonnet, 1898.

schlossene, gleichsam zielbewusste Auswachsen der Nervenfasern zeigen deutlich an, dass richtende Reize bei der Vereinigung des Nervensystems thätig sind. Welcher Art diese Reize im vorliegenden Falle sind, hat Forsmann[1]) gezeigt. Durchschnitt er den Peroneus oder Tibialis des Kaninchens, so zerfiel der periphere Teil der Nerven, während die Fasern des centralen Teiles stark auswuchsen. Letztere schlugen nun nicht die Bahn des geringsten Widerstandes ein, zerstreuten sich auch nicht in das angrenzende Wundgewebe, sondern wuchsen in geschlossenen Bündeln in den zerfallenden peripheren Teil hinein. Der für dieses Verhalten maßgebende Reiz ging von der zerfallenden Substanz des peripheren Nerven aus und wurde von Forsmann als Neurotropismus bezeichnet. Analog diesen Beobachtungen müssen wir auch für unsern Fall annehmen, dass zerfallende Nervensubstanz, die bei der Durchtrennung des Bauchmarks in kleiner Menge an beiden Bauchmarkenden entstehen muss, jene richtende Kraft ist, die das knieförmige Verwachsen der Bauchmarkenden bewirkt. Derselbe Chemotropismus, der die Wachstumsrichtung der Nervenfasern der Vertebraten beeinflusst, ist auch bei den Lumbriciden thätig.

Von vornherein ist anzunehmen, dass die Wirkung des Richtungsreizes sich nur auf geringe Entfernungen erstrecken kann. Die Vereinigungen unter Längsdrehung der Teilstücke bestätigen diese Annahme vollständig. Bei Längsdrehung um 90° tritt die Wirksamkeit des Richtungsreizes am augenscheinlichsten hervor; übersteigt aber die Drehung den Viertelumfang des Wurmkörpers, so ist seine Kraft nicht mehr ausreichend, die nervöse Verbindung zu bewirken. Die Maximalentfernung der Bauchmarkenden darf also nicht mehr als etwa das vier- bis fünffache ihres Durchmessers betragen, d. h. nicht größer als der vierte Teil des Körperumfanges sein. Darum können bei einer Längsdrehung um 180° die Bauchmarkenden sich nicht mehr beeinflussen, was durch das stete Fehlen der nervösen Verbindung bei solchen Vereinigungen bewiesen wird.

Für das Zustandekommen einer dauernden Vereinigung, die sich auf alle Organe erstreckt, besteht sonach die Bedingung, dass die gleichartigen Gewebe und Organe einander soweit genähert sind, dass für sie die Möglichkeit einer Verwachsung gesichert ist. Bei den Anurenlarven bezog sich dieses gegenseitige Aufsuchen der Organenden nicht nur auf das Nervensystem, sondern auch auf die Vornieren- und Urnierengänge, ein weiterer Beweis für die Wichtigkeit von Richtungsreizen bei Verwachsungsvorgängen.

---

1) F. Forsmann. Ueber die Ursachen, welche die Wachstumsrichtung der peripheren Nervenfasern bei der Regeneration bestimmen. Beitr. z. path. Anat. v. Ziegler, 1898.

F. Forsmann. Zur Kenntnis des Neurotropismus. Beitr. z. path. Anat. u. z. allgem. Pathologie v. Ziegler, 1900.

Auch bei den Einpflanzungsversuchen scheinen Richtungsreize eine bemerkenswerte Rolle zu spielen. Schon oben war darauf hingewiesen, dass die vollständige Vereinigung sich in diesen Fällen stets nur auf zwei Teilstücke erstreckt, während das dritte nervös isoliert bleibt und nur vegetativ mit der normal funktionierenden Vereinigung verbunden ist. Interessant ist hierbei, dass die durch die Operation getrennten Bauchmarkteile desselben Tieres nicht stets sich wieder vereinigen, dass vielmehr oft der umgekehrte Fall eintritt, indem das eingepflanzte Seitenstück mit einem der Teilstücke des normalen Tieres nervös verschmilzt. In solchen Fällen ergiebt die Verwachsung ein normales Individuum, das aus zwei Teilstücken verschiedener Tiere entstanden ist, die sich erst sekundär vereinigten, während das andere Teilstück, obgleich noch primär durch Hypodermis und Muskulatur mit dem neugebildeten normalen Individuum verbunden, nervös vollständig isoliert bleibt, nur in vegetativer Kommunikation mit letzterem steht und gleichsam zu einem bloßen Anhange desselben degradiert wird. Der maßgebende Grund dafür, welche Bauchmarkenden verwachsen, scheint nun offenbar nur in der Lagebeziehung derselben gegeben zu sein: Die einander am nächsten liegenden Bauchmarkenden verwachsen infolge des Richtungsreizes, den sie aufeinander ausüben, und dadurch wird das Bauchmark des dritten Teilstückes isoliert. Absolut sicher freilich kann die Frage, ob in diesem Falle Richtungsreize allein maßgebend sind, hier noch nicht entschieden werden, weil es dazu noch an umfassenden experimentellen Studien, die in dieser Richtung liegen, mangelt.

Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass auch bei der Transplantation das so ungemein stark ausgebildete Regenerationsvermögen der Lumbriciden ebenso klar hervortritt wie in den eigentlichen Regenerationsversuchen. Nicht nur in dem schnellen Verheilen der Wundflächen und dem gelegentlichen Auftreten von Regenerationsknospen an der Vereinigungsstelle tritt es uns entgegen, sondern wird auch durch das Verhalten kleinster Teilstücke, die transplantiert wurden, in ganz überzeugender Weise demonstriert. An und für sich zwar viel zu klein, um selbständig existieren zu können, bleiben jene Teilstücke nicht nur am Leben, sobald sie mit einem größeren, lebensfähigen Teilstücke vereinigt werden, sondern fangen dann auch meist recht bald an, Regenerate zu bilden, indem sie das Material zum Aufbau der letzteren aus dem größeren Teilstücke beziehen, so dass dieses als Mutterboden der Neubildung angesehen werden muss.

Dass auch im Gebiete der Botanik diese Verhältnisse ganz ähnlich liegen, haben Vöchting's Transplantationsversuche gezeigt. Als er einen Zweig von *Rhipsalis paradoxa* in den Stamm einer *Opuntia Labouretiana* einpfropfte, blieb das transplantierte Stück nicht nur am Leben, sondern wuchs auch kräftig weiter, indem es lange Wurzeln in seine Unterlage trieb, diese also gleichsam als Nährboden benutzte.

Im übrigen aber bewahrte der *Rhipsalis*-Zweig, trotz des innigen Verbandes mit der *Opuntia,* vollständig seine individuelle Eigenart, was recht gut mit der Thatsache übereinstimmt, dass auch in den heteroplastischen Vereinigungen bei Lumbriciden die Teilstücke stets ihren Speciescharakter völlig beibehalten, mögen auch die Größenunterschiede zwischen beiden noch so beträchtlich sein.

Was das oben erwähnte Auftreten von Regenerationsknospen an der Verwachsungsstelle betrifft, so pflichte ich darin Joest's Ansicht bei, dass ihr Auftreten durch das Nervensystem insofern bewirkt wird, als die Bauchmarkketten auch nach der Vereinigung bestrebt sein werden, die ihnen verlorenen Teile zu ersetzen, was möglich wird, sobald locker angelegte Nähte ein seitliches Auswachsen gestatten. Dieses Verhalten beweist, dass bei den Lumbriciden die so stark ausgeprägte Tendenz, fehlende Teile des Nervensystems zu ergänzen, von der größten Bedeutung für die Regeneration überhaupt ist; das Nervensystem scheint einer der wichtigsten Faktoren zu sein, die im Regenerationsprozesse wirksam sind. Sehr deutlich traten diese Verhältnisse hervor auf den mikroskopischen Bildern der Schnittserien durch die Regenerationsknospen, die an der Vereinigungsstelle zweier Schwanzenden und in einem Falle bei einer seitlichen Einpflanzung gebildet waren. Im ersten Falle zog sich das Bauchmark in normal ausgebildetem Zustande in die Knospe und hatte dort auch in ganz typischer Weise die beiden Schlundganglien nebst den verbindenden Schlundkommissuren angelegt. Hier ging von der Vereinigungsstelle ein gemeinsamer Nervenstrang in das Regenerat; doch treten bei der Vereinigung zweier Hinterenden mitunter auch zwei Regenerationsknospen auf, deren Nervensystem in diesem Falle von je einem Bauchmark der beiden Teilstücke aus erzeugt wird. Die beiden Regenerate stehen dann seitlich nebeneinander. Bei einer Einpflanzung war an der Operationsstelle eine kleine Regenerationsknospe angelegt, in die vom benachbarten Bauchmark aus, das in diesem Falle nervös isoliert geblieben ist, die auswachsenden Nervenfasern in geschlossenem Zuge und scharf umbiegend eintraten. Die ganze Beschaffenheit der Vereinigungsstelle ließ mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, dass dort die Wundränder nicht ganz dicht zusammengefügt waren, so dass die Nervenfasern nach dieser Richtung auswachsen und die Anlage eines Regenerates bewirken konnten.

Bezüglich dieser Regenerate konnte ich in einem Falle feststellen, dass an Stelle eines Kopfes ein typisches Schwanzende ausgebildet war. Es handelt sich hierbei um dieselbe Heteromorphose, die vor wenigen Jahren schon von Morgan an *Allolobophora*, zuerst aber von Spallanzani an demselben Objekte festgestellt worden ist. Dass das Auftreten von Heteromorphosen außer bei Würmern im Tierreich ziemlich verbreitet ist, haben die bekannten Arbeiten von Loeb (Coelen-

teraten und Tunicaten), Herbst (Crustaceen), Colucci, Wolff und Erik Müller (Tritonlarven) hinreichend bewiesen.

Zum Schlusse möchte ich auszugsweise noch einige kurze Mitteilungen über das Alter der hergestellten Verbindungen machen. Um diese Frage zu ermitteln, wurden seit Beginn der Transplantationsversuche im hiesigen zoologischen Institute eine Anzahl gelungener Vereinigungen weiter beobachtet. Eine der ersten Vereinigungen, die Joest herstellte, erreichte ein Alter von etwa $5^1/_2$ Jahren; zwei andere werden jetzt noch weiter beobachtet und sind etwa $5^3/_4$ Jahre alt. Beide betreffen Vereinigungen in normaler Stellung. (Die bei der Korrektur eingefügten Zeitangaben beziehen sich auf Mitte September 1901.) Von Vereinigungen unter Längsdrehung befanden sich unter dem konservierten Materiale eine Anzahl Stücke von einem Jahre (1 Stück, Drehung um 180°, hat ein Alter von $2^1/_2$ Jahren erreicht). Aus diesen Versuchsreihen wurden aus dem Grunde keine Exemplare länger beobachtet, weil ein möglichst reichhaltiges Material zur Entscheidung der Frage, ob und in welcher Weise unter diesen Bedingungen eine Verbindung der Nervenenden stattfindet, gesammelt werden sollte. Nichts aber steht der Annahme entgegen, dass diese Vereinigungen nicht auch ein bedeutend höheres Alter erreicht haben würden. Aus Prof. Korschelt's späteren Versuchen entstammen Stücke, die verlängerte und verkürzte Tiere betreffen, jetzt ein Alter von $3^1/_2$—$3^3/_4$ Jahren haben und noch weiter beobachtet werden. Vereinigungen eines Kopfstückes mit zwei Schwanzstücken und Einpflanzungen eines Seitenstückes erreichten ein Alter von fast und teilweise auch über drei Jahren.

Ueber die Zeit, in welcher unsere Lumbriciden heranwachsen, machte Prof. Korschelt folgende Beobachtung: Am 23. März 1898 wurde in einem noch geschlossenen Cocon ein junger, vollständig ausgebildeter *Lumbricus rubellus* gefunden und zur Beobachtung in ein Glas mit Erde gesetzt. Am 16. Mai schon war der Wurm auf etwa ein Viertel seiner definitiven Größe herangewachsen und ein Jahr später groß und geschlechtsreif geworden, was besonders an dem deutlich ausgebildeten Clitellum zu erkennen war.

Diese Beobachtungen aber geben insofern einen ganz interessanten Beitrag zur Biologie der Regenwürmer, als sie gestatten, positive Angaben über die Lebensdauer derselben zu machen. Zu den Versuchen wurden meist mittelgroße Würmer bevorzugt, die nach obiger Beobachtung Professor Korschelt's etwa ein Alter von einem Jahr hatten. Da nun das älteste Versuchstier schon fast sechs Jahre erhalten worden ist, die Würmer aber in der Natur sicherlich noch günstigere Existenzbedingungen finden, als ihnen in der Gefangenschaft geboten werden können, so erscheint ein Alter von mindestens sieben Jahren durchaus nicht zu hoch gegriffen. Die weitere Beobachtung wird darüber noch mehr Gewissheit bringen.

Diese letzten Mitteilungen mögen zwar etwas abseits vom eigentlichen Thema dieser Arbeit liegen, immerhin sind sie ihres allgemein biologischen Charakters wegen von einigem Interesse und wurden aus diesem Grunde hier angefügt. [83]

Marburg i. H. im Juni 1901.

Félix Plateau: Nouvelles recherches sur les rapports entre les Insectes et les fleurs.

3ième partie: Les Syrphides admirent-ils les couleurs des fleurs?[1])

Der Verfasser, welcher schon seit vielen Jahren den Sehorganen der Arthropoden seine besondere Aufmerksamkeit zugewendet hat[2]), ist in seinen neueren Arbeiten bemüht, auf experimentellem Wege endgiltig den Nachweis zu führen, dass es falsch ist, dem Gesichtssinn der niederen Tiere, speziell der Insekten, ohne weiteres eine gleiche Bedeutung für ihr Thun und Treiben zuzuschreiben, wie sie das Auge für uns Menschen hat, gleichsam als ob es nur graduelle Unterschiede im Sehvermögen der Tiere gäbe[3]).

Dass ein derartiges Bemühen nicht überflüssig, sondern mit Dank zu begrüßen ist, lehrt ein Blick in die einschlägige Litteratur. Man wird zugeben, dass man im allgemeinen immer noch zu sehr geneigt ist, die verschiedenen Gewohnheiten und Handlungen der Tiere auf gleichartige Sinneseindrücke, wie sie der Mensch unter den gegebenen Verhältnissen haben würde, zurückzuführen und dementsprechend psychologisch zu erklären. Man geht dabei von der in der Regel ganz unberechtigten Voraussetzung aus, dass die bei den Tieren vorgefundenen, ihrem Baue nach den unsrigen entsprechenden Sinnesorgane mit diesen auch gleichen physiologischen Wert haben. Ob dies aber der Fall ist oder nicht, darüber können einzig und allein fortgesetzte, planmäßig angestellte Beobachtungen der Tiere und geeignete Experimente Aufschluss geben. Da es nun an diesen noch sehr fehlt, so darf man sich nicht wundern, wenn mit der Zeit noch hier und da der eine oder andere Irrtum aufgedeckt wird.

Die bisherigen unermüdlichen Versuche des Verfassers haben es bereits ziemlich überzeugend dargethan, dass die Insekten nicht das ihnen früher zugetraute Sehvermögen, namentlich nicht einen dem unsrigen vergleichbaren Farbensinn besitzen, und dass demnach die von Ch. Darwin begründete „Blütentheorie“ im Irrtum ist, wenn sie lehrt, dass die bunten, leuchtenden Farben der Blütenhüllen und -anhänge dazu da sind oder wenigstens geeignet sind, die die Bestäubung vermittelnden Insekten von weitem anzulocken und zu orientieren.

Wenn aber die wichtige Thatsache, dass die Insekten die Farben nicht so wie wir zu unterscheiden vermögen, durch die Beobachtung hin-

1) Mémoires de la Société zoologique de France, Tome XIII, p. 266—285, 1900. Vergl. dazu Tome XI, Nr. 3, 1898 und XII, Nr. 4, 1899.

2) Félix Plateau, Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes. F. Hayez, Bruxelles, 1887/88.

3) Vergl. F. Plateau, Wodurch locken die Blumen die Insekten an? Biol. Centralblatt XVI, Nr. 11, 1896; XVII, Nr. 16, 1897; XVIII, Nr. 13, 1898.

länglich festgestellt ist, dann ist gleichzeitig — leider — auch die von den Blütentheoretikern gegebene, so schöne und ansprechende Erklärung hinfällig geworden, durch welche uns zum Verständnis gebracht wird, warum gerade die Blüten der auf eine Bestäubung durch Insekten angewiesenen Pflanzen meist in den prächtigsten, bunten Farben aus dem Grün des Laubes hervorleuchten, die „windblütigen" Pflanzen dagegen sich damit begnügen, ihre Fortpflanzungsorgane in ein unscheinbares grünes Gewand zu hüllen.

Wegen dieser ihrer Tragweite sind Plateau's Arbeiten naturgemäß nicht nur nicht von Angriffen verschont geblieben, sondern auch, was sicher unerfreulicher ist, bis jetzt wenig beachtet und berücksichtigt worden. Nichtsdestoweniger arbeitet der Verfasser mit ungeschwächtem Eifer und, wie die vorliegende Schrift wieder zeigt, auch mit gutem Erfolge an dem begonnenen Werke weiter.

Er behandelt in derselben eine Frage, die unter Voraussetzung eines Farbensinnes bei den Insekten eigentlich nicht von der Hand zu weisen ist und daher auch in den meisten Werken über Blütenbiologie gestreift wird, nämlich die Frage, ob auch die Insekten ebenso wie wir die einzelnen Farben mit verschiedenen Graden des Wohlgefallens betrachten und darum der einen oder andern den Vorzug geben, oder mit anderen Worten, ob ihnen die Blumen außer materiellen auch ästhetische Genüsse gewähren. Die Frage ist namentlich von Errera und G. Gevaert im Hinblick auf solche Fälle, in denen man ein längeres, scheinbar zweckloses Verweilen von Insekten vor auffällig gefärbten Blüten beobachtet hat, ausdrücklich aufgeworfen und dahin beantwortet worden, dass es sehr wahrscheinlich sei, dass bei einem beträchtlichen Teil der Insekten die geistige Entwicklung doch schon bis zur Trennung des Begriffes des Schönen von dem des Nützlichen vorgeschritten ist[1]).

Der Verfasser hat sich der Mühe unterzogen, die in der Litteratur über diesen Punkt gemachten zahlreichen Angaben zu sichten und die Beobachtungsthatsachen, welche Anlass zu der oben ausgesprochenen Meinung geben konnten, sorgfältig nachzuprüfen.

Er kam zunächst zu dem Ergebnis, dass im ganzen nur sieben Fälle genau beobachtet worden sind, in denen das Verhalten von Insekten den Blumen gegenüber wirklich die Idee aufkommen lassen konnte, dass ihrem Treiben irgend ein ästhetisches Gefühl, etwa des Wohlgefallens oder der Bewunderung, zu Grunde läge. Und zwar handelt es sich in den betreffenden Fällen ausschließlich um Dipteren aus der Familie der Schwebfliegen (*Syrphidae*), also um verhältnismäßig niedrig stehende Insekten.

Die in Betracht kommenden bestimmten Angaben finden sich alle in den Schriften Hermann Müller's vor, aus denen sie jedenfalls erst von anderen neueren Autoren übernommen sind. Sie beziehen sich auf folgende sieben Arten: *Syrphus balteatus* Deg.[2]), *Syritta pipiens* L.[3]), *Melano-*

1) Errera et Gevaert, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs, Bullet. de la Société royale de Botanique de Belgique XVII, p. 108, 1878.

2) H. Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten, p. 277. Leipzig, 1873.

3) H. Müller, Die Befruchtung etc., op. cit. p. 286.

stoma mellina L.[1]), *Ascia podagrica* F.[1]), *Sphegina clunipes* Fall.[2]), *Pelecocera scaevoides* Fall.[2]), *Eristalis intricarius* L.[3]).

Ueberall kommt in den Beschreibungen Müller's und seiner Nachfolger der Gedanke zum Ausdruck, dass das Insekt von der Farbenpracht einer bestimmten Blume gefesselt wird und, während es längere Zeit dicht vor derselben an einer Stelle in der Luft verharrt, — eine Gewohnheit, welcher die Tiere ihren Namen „Schwebfliegen" verdanken —, sich bewundernd in ihren Anblick versenkt und sich an ihm ergötzt.

Den Gegenstand der „Bewunderung" bilden nach Müller's Angaben

1. für *Syrphus balteatus* die sehr in die Augen fallenden Blüten von *Verbascum nigrum* L. mit hellgelben, am Grunde violett gefleckten Blumenblättern und Staubfäden, die mit violett gefärbten Wollhaaren besetzt sind;

2. für *Syritta pipiens* die schönen himmelblauen Blüten von *Veronica beccabunga* L.;

3. für *Melanostoma mellina* und *Ascia podagrica* die mit dunkleren Adern gezierten lebhaft blauen oder hellvioletten Blumenkronen von *Veronica chamaedrys* L.;

4. für *Sphegina clunipes* und *Pelecocera scaevoides* die schneeweißen, purpurn und gelb gefleckten Blumenblätter von *Saxifraga rotundifolia* L.;

5. für *Eristalis intricarius* die gelben Blüten von *Caltha palustris* L.

Der Verfasser stellt demgegenüber auf Grund seiner eigenen Beobachtungen im Botanischen Garten zu Gent fest, dass die Syrphiden ihren eigentümlichen, schwebenden Flug in derselben Weise auch vor Blüten ausführen, die weder durch ihre Größe, noch durch ihre Farbe besonders in die Augen fallen, sich vielmehr wegen ihrer grünlichen Färbung kaum von dem grünen Laube abheben.

So wurden die sehr kleinen, gelblich grünen Blüten von *Rubia tinctorum* L. an mehreren Tagen des August 1899 von verschiedenen Syrphidenarten umschwärmt, während eine Menge nur zwei Schritt davon entfernt stehender, auffallend gefärbter Blumen gar keine Beachtung fanden. („20 bis 30 *Melanostoma mellina* schwebten vor den kleinen grünlichen Blüten, stürzten sich herab auf dieselben, um begierig den Pollen zu fressen, erhoben sich dann wieder und begannen ihr Spiel von neuem" etc.) Ferner wurden an je einem Tage des Juni und Juli 1899 die ziemlich hässlichen, blassgrünen Blüten von *Veratrum album* von *Melanostoma* und zahlreichen andern Dipteren umschwärmt und besucht, während die gleichzeitig blühende *Verbascum nigrum* mit ihren leuchtenden gelben Blüten keinen einzigen Zweiflügler, sondern nur einige Hausbienen anlockte.

Im ganzen zählt der Verfasser 35 Pflanzenarten aus 22 verschiedenen Familien auf, deren grüne Blüten nach den Berichten von 11 namhaft gemachten Autoren, sowie teilweise auch nach seinen eigenen Erfahrungen regelmäßig von Syrphiden besucht werden; — wohl ein hinlänglicher Beweis dafür, dass die Syrphiden nicht gerade eine so besondere Vorliebe für „schön" gefärbte Blumen haben.

---

1) H. Müller, Saxifraga umbrosa adorned with brillant colours by the selection of *Syrphidae*, Nature XXII, p. 219, 1880. Vergl. auch Knuth, Handbuch der Blütenbiologie, Bd. I, p. 161, Leipzig, 1898.

2) H. Müller, Alpenblumen, ihre Befruchtg. d. Insekt. etc., p. 90, Leipzig 1881.

3) H. Müller, Die Befruchtung etc., op. cit. p. 118.

Der letzte Zweifel aber, ob die Syrphiden ihren „stationären“ Flug ausführen, um einen Gegenstand „bewundernd“ ins Auge zu fassen, schwindet, wenn man erfährt, dass sie vor jedem beliebigen Gegenstande längere oder kürzere Zeit an einem Punkte in der Luft verweilen, sich plötzlich auf ihn niederlassen, um nach einigen Sekunden flink, wie sie kamen, aufzufliegen und ihr altes Spiel zu erneuern.

Der Verfasser hat mehrere Sommer hindurch zahlreiche Beobachtungen hierüber gemacht und die näheren Umstände jedesmal gewissenhaft aufgezeichnet. Aus der Fülle seiner Notizen teilt er 29 der interessantesten mit.

In allen Fällen handelte es sich um Arten der Gattungen *Syrphus*, *Melanostoma* und *Eristalis*.

Sie trieben ihr Spiel in ein bis zwei Meter Höhe vom Erdboden, in völliger Abwesenheit von Weibchen, die etwa eine Anziehung hätten ausüben können, vor allen möglichen Pflanzenteilen, vor grünen Blättern, grünen geschlossenen Knospen, grünen Früchten, vor grünen und braunen Zweigen, ja selbst vor andern Körpern, die in nichts mehr an lebende Pflanzenteile erinnerten, z. B. vor dem dargebotenen Finger oder der Hand, vor einem Stocke und dem weißen Schmetterlingsnetz, ja selbst vor der Lehne eines alten Rohrstuhles.

Zur Nachprüfung der zuletzt gemachten Angaben empfiehlt der Verfasser, wie schon früher in seinen Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes [1]), folgenden leicht auszuführenden Versuch zur Nachahmung:

Man streckt langsam unter Vermeidung heftiger Bewegungen den senkreckt gehaltenen Finger zwischen das Insekt und die Blume, vor welcher es schwebt. Die Syrphide bemerkt die Veränderung, die vor sich gegangen ist, nicht, trotz der Verschiedenheit der Gegenstände in Gestalt und Farbe. Sie schwebt jetzt vor dem Finger, und wenn man denselben langsam hin und her bewegt, so folgt die Syrphide in ihrem Fluge den Bewegungen des Fingers. — Man kann auf diese Weise das Tier über einen Meter weit von dem ursprünglichen Orte fortlocken.

Dem Verfasser passierte es mehrfach, dass die Syrphide sich sekundenlang auf den hingehaltenen Finger, Stock u. s. w. niederließ.

Ein Fang gelang bei diesen Experimenten leicht mit dem Netz, nicht aber mit der Hand, selbst wenn diese bis auf 1 cm an das schwebende Insekt herangebracht wurde. Durch einen der merkwürdigen, blitzschnellen Luftsprünge entrinnt die Syrphide, ist aber so „stumpfsinnig“ (stupide), dass sie sofort an denselben Ort zurückkehrt und den Versuch mit der Hand wiederholen lässt, als ob nichts geschehen sei.

Das Gelingen derartiger Versuche ist übrigens sehr von der Witterung abhängig. Der Verfasser konnte bemerken, dass stets an heißen, gewitterschwülen Tagen der Flug der Syrphiden so unruhig und unregelmäßig ist, dass Bemühungen dann erfolglos sind; aber auch an andern Tagen hatte er oft kein rechtes Glück, ohne dass sich ein plausibler Grund für das Misslingen erkennen ließ.

Ein gut Teil Geduld ist nun einmal für derartige Beobachtungen immer erforderlich. Aber wenn sie gelingen, so müssen sie in dem vorliegenden Falle sicher als Beweis dafür angenommen werden, dass den Farben der Blüten von den Insekten keine „Bewunderung“ gezollt wird.

Miltz. [91]

1) Op. cit., Teil 4, § 51.

Friedrich Reinke,
Professor, Prosektor am anatomischen Institut Rostock.

Grundzüge der allgemeinen Anatomie.

Zur Vorbereitung auf das Studium der Medizin nach biol. Gesichtspunkten bearbeitet.

(Wiesbaden, Verl. von J. F. Bergmann. 1901.)

Der Autor fasst die allgemeine Anatomie, wie er in seinem Vorwort sagt, als allgemeine Morphologie auf. Das Problem des Lebens scheint ihm mit dem Problem der zweckmäßigsten Gestaltung zusammenzufallen, bei dessen Lösung man vor allem die Kausalbeziehungen berücksichtigen muss. In einem einleitenden Kapitel betont der Verfasser, dass sich der Naturforscher mit den Problemen der Erkenntnistheorie auseinanderzusetzen hat. Er glaubt allerdings, dass die herrschende Erkenntnistheorie einen hysterischen Skepticismus vertritt, der die Welt im Grunde als eine große Täuschung betrachtet. — Gegen diese Auffassung der Kant'schen Lehre müssen jedoch ernste Bedenken erhoben werden. — Nachdem R. die Begriffe der Kausalität, des Zufalls, der Materie, der Energie erörtert und ihre Bedeutung für eine allgemeine Anatomie hervorgehoben hat, beginnt er mit der Zellenlehre.

Er giebt eine kurze Uebersicht über die chemische Zusammensetzung des Protoplasmas, betont mit Recht, dass das Rätsel der lebenden Substanz keineswegs mit der Kenntnis der Eiweißstoffe, die sie zusammensetzen, gelöst ist. Das wesentliche vielmehr ist die Struktur des Protoplasma, die in ihrem feinsten Aufbau mikroskopischen Studien zwar nicht zugänglich ist, wohl aber früher oder später theoretisch erschlossen werden muss. R. giebt die Deduktionen Roux' über diese sogenannte Metastruktur der lebenden Substanz kurz wieder, die zu der bekannten Unterscheidung von Autoisoplassonten, Autokineonten, Automerizonten und Idioplassonten, geführt hat. Hieran schließt sich die Schilderung der sichtbaren Protoplasmastrukturen; die Gerüstestruktur Flemming's, die Mikrosomen, den Wabenbau Bütschli's und die diesbezüglichen Studien M. Heidenhain's an lebenden Pflanzenzellen werden besprochen. Darauf folgt die Beschreibung des feineren Aufbaus des Zellkerns, der Centralkörperchen, der Sphäre. — Die nächsten Kapitel sind den wichtigsten Lebenseigenschaften der Zelle gewidmet. Der Verfasser beginnt mit der Kern- und Zellteilung und lenkt die Aufmerksamkeit besonders auf die Mechanik der Mitose. Er schließt sich zuerst den Ausführungen W. His' an, die in dem Satze gipfeln: Sämtliche die Kernneubildung beherrschende Vorgänge sind von den Centren eingeleitet und beherrscht. Die Plasmastrahlungen hält R. für Trajektorien im Sinne von Kraftübertragungslinien. Die Kraft, die übertragen wird, bezeichnet er mit Recht als völlig unbekannt. Aber er meint doch, in den Astrosphärenstrahlen statische Trajektorien sehen zu müssen, da er in der Zelle während der Mitose eine Drucksteigerung, die eine innere Widerstandsfähigkeit notwendig mache, beobachtet hat. M. Heidenhain's cellular-mechanische Theorie wird eingehend wiedergegeben. Sie beruht auf der Anschauung, dass die Plasmastrahlungen, das Cytomitom, kontraktile Fibrillen darstellen, die bestimmten, von Heidenhain aufgestellten Spannungsgesetzen folgen. Bei den Leukocyten

des Salamanders, und wahrscheinlich auch bei allen Zellen beherrschen sie schon die Lage des ruhenden Kerns; während der Mitose spielen sie eine wesentliche Rolle. — Bei einer Einführung in die Medizin dürfte diese dreifache Auffassung von der Plasmastrahlung leicht einen verwirrenden Einfluss ausüben. — Dann bespricht Reinke die Bewegungserscheinungen. Er berührt die Frage, wie sich Ektoplasma und Entoplasma hierbei erhalten und wendet sich dann zu den Untersuchungen von W. Roux über die Cytotaxis. Roux fand, dass die aus ihrem Zusammenhang gelösten in geringem Abstande voneinander befindlichen Zellen der Morula vom Frosch sich aktiv einander anziehen oder abstoßen können (Cytotropismus). Sie bekunden damit sowie in den von ihm beobachteten Umordnungen sich berührender Zellen ein Selbstordnungsvermögen; es konnte gezeigt werden, dass letztere Bewegungserscheinungen sich entgegen den Plateau'schen, nur für homogene Flüssigkeitsmembranen geltenden Gesetzen vollziehen. — Nach einigen Bemerkungen über die gestaltende Thätigkeit der Zelle behandelt der Verf. die Irritabilität, den Begriff des Reizes, einzelne Reizarten, hebt besonders die gestaltenden Wirkungen des funktionellen Reizes nach Roux hervor und schildert, wie danach einerseits ein Reiz gewisse Gewebsqualitäten in ihrer Affinität zur Nahrung fördert und diesen Qualitäten so im Konkurrenzkampf der gleichartigen Lebensteilchen zum Siege verhilft, wie auf diese Weise neue Qualitäten gezüchtet werden können, die auf bestimmte Reize, nämlich auf die funktionellen Reize mit Wachstum reagieren und ohne diese Reize dann aber auch nicht mehr vollkommen assimilieren, sie also zum Weiterleben nicht entbehren können. Indem nun andererseits der funktionelle Reiz in den statisch fungierenden Organen sich in den Richtungen stärkster Funktion am stärksten verbreitet, veranlasst er in diesen Richtungen stärkste Anbildungen, wodurch den anderen Richtungen der erhaltende funktionelle Reiz mehr und mehr entzogen wird. Durch diese beiderlei Wirkungen entstehen dann nach Roux die der Funktion hochgradig angepassten, von ihm sogenannten funktionellen Strukturen.

Der Verf. wendet sich dann zum Thema Befruchtung, als deren Wesen er nach Waldeyer die Verschmelzung zweier gleichwertiger Zellen bezeichnet, und schließt hieran das Problem der Vererbung. Die Idee der erbungleichen Teilung des Idioplasmas während der Entwicklung, die Weismann und Roux verteidigen, wird der Hertwig'schen Theorie der Biogenesis gegenübergestellt. R. leitet dann zu der Dominantentheorie seines Bruders J. Reinke über. Die Dominante, d. h. das zweckmäßige Prinzip jeder Gestalt und jeder Gestaltung, wird als eine Kraft zweiter Ordnung charakterisiert, als intelligente Kraft, die mit den gewöhnlichen Kräften nichts zu thun hat, da sie dem Gesetz von der Erhaltung der Energie nicht unterworfen ist. — Das Problem der zweckmäßigen Organisation wird damit in einen undurchdringlichen Nebel gehüllt. — In dem folgenden Abschnitt giebt Reinke die Hauptergebnisse der Entwicklungsmechanik wieder, indem er sich im wesentlichen W. Roux anschließt. Es werden zuerst die Begriffe der Selbstdifferenzierung und der abhängigen Differenzierung festgelegt. Sodann schildert er Roux' Experimente am Froschei, die Untersuchungen über die Richtungsbestimmung der ersten Furche durch die Kopulationsrichtung des eingedrungenen Spermakernes, über die Uebereinstimmung der ersten Furchungsebenen mit den Hauptebenen des späteren

Embryo, über das Nichtnötigsein der Schwerkraft für die tierische Entwicklung. Weiterhin beschreibt er die bekannten Roux'schen Hemiembryonen und ihre Erzeugung, und im Anschluss daran berichtet er über die Postgeneration Roux', jene interessante Erscheinung, dass weit entwickelte Halbembryonen durch eine atypische Entwicklung sich zu einem ganzen Embryo vervollständigen können.

Eingehend werden dann im folgenden einige wichtige Beispiele der funktionellen Anpassung besprochen. Nach einer kurzen Zusammenstellung der von Roux aufgefundenen gestaltenden Wirkungsweisen, die bei der Ausübung der Funktion in Qualitäts-, Massen- und Gestaltsänderungen der funktionierenden Organe zu Tage treten, behandelt er im speziellen zuerst die funktionelle Anpassung der Skeletteile. Von Roux's Untersuchungen über die Struktur einer Kniegelenksankylose schildert er die drei hier aufgetretenen Strukturtypen, zeigt, dass Roux mit Hilfe von Gummimodellen theoretisch hat darthun können, wie die neu entstandene Knochenstruktur der neuen mechanischen Beanspruchung in zweckmäßiger Weise entspricht. Als weiteres Beispiel der funktionellen Anpassung der Skeletteile beschreibt er die diesbezüglichen Verhältnisse bei der *Tibia* nach H. H. Hirsch. Die dreieckige Querschnittsform, die Verschiedenheit der Tiefe des Querschnitts am proximalen und am distalen Ende werden in ihrer Bedeutung für die mechanische Beanspruchung erläutert. Für die Veranschaulichung der funktionellen Selbstgestaltung des Bindegewebes zieht R. die von Roux beschriebene funktionelle Struktur der Delphinflosse heran. Mit einem Material (Bindegewebsfasern), das an sich fast keine Biegungsfestigkeit besitzt, ist ein höchst kompliziertes Organ von großer Biegungsfestigkeit zu stande gekommen, das in seinem inneren Aufbau seiner Beanspruchung wunderbar angepasst ist. — Schließlich erwähnt R. die von Beneke und Kromayer beschriebene, aus Protoplasmafäden aufgebaute funktionelle Struktur der Epidermis und schreitet dann zu den Kapiteln über Transplantation und Regeneration. Er giebt die Versuche Borns über künstliche Verwachsung junger Amphibienlarven wieder, die ein hohes Selbstdifferenzierungsvermögen im Sinne Roux', sehr interessante Erscheinungen von Cytotaxis und von Auslösung der Gewebedifferenzierung ergeben haben. Endlich berichtet Reinke noch über den von G. Wolff gefundenen, von Fischel und anderen weiter untersuchten, merkwürdigen Regenerationsmodus der Linse von dem Irisepithel aus, also von einer ganz anderen Stelle des äußeren Keimblattes als bei der normalen Entwicklung.

Obschon der Autor manche Auffassung vertritt, der der Ref. nicht zustimmen möchte, und obschon sich in einigen Abschnitten auch Einwendungen gegen die unbestimmte Darstellungsweise geltend machen ließen, so ist doch das dankenswert und sehr zu begrüßen, dass die kausalen Forschungen und Betrachtungen, die in den verbreiteten deskriptiven Lehrbüchern meist übergangen werden, hier im allgemeinen klar und richtig dem wissenschaftlichen Publikum dargeboten werden. [96]

Halle a. S. **Dr. O. Levy.**

Verlag von Arthur Georgi in Berlin SW, Hedemannstraße 10. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. November 1901.** **Nr. 21.**

Inhalt: v. **Linden**, Die Flügelzeichnung der Insekten. — **Bachmetjew**, Die Lage des anabiotischen Zustandes auf der Temperaturkurve der wechselwarmen Tiere. — **Dahl**, Was ist ein Experiment, was Statistik in der Ethologie? — **Schulz**, Die Krystallisation von Eiweißstoffen und ihre Bedeutung für die Eiweißchemie. — **Kaestner**, Embryologische Forschungsmethoden. — **Daffner**, Artikel „Skelett". — **Oppenheimer**, Die Fermente und ihre Wirkungen.

Am 14. Septemher starb zu Klingenmünster i. P. nach mehrjähriger schwerer Krankheit der vormalige Professor der Botanik an der Universität Erlangen,

Dr. Max Reess,

welcher von Begründung des Centralblattes bis zu seiner Erkrankung an der Herausgabe des Blattes regen Anteil genommen hat. Sein Andenken wird bei uns in Ehren bleiben.

Die Flügelzeichnung der Insekten.

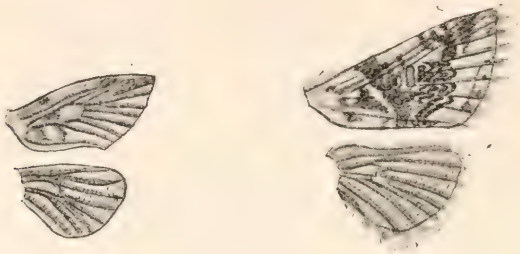
Von **Dr. Gräfin v. Linden.**

Mit besonderer Berücksichtigung der Zeichnung der Lepidopteren. Ihre Entwicklung, ihre Ursachen und ihre Bedeutung für den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Arten.

(1. Fortsetzung.)

Die größte Anzahl primär aufgetretener Längsbinden habe ich bei *Gonophora derasa* mit 16 und bei *Eupithecia tamarisciata* 11 gefunden. Die kleinste Zahl, 1—2 Binden, trugen die Flügel der *Gastropacha neustria* und *L. potatoria*, der *Hylophila prasinana* und der *Thecla quercus* ♀. Die 16 Streifenbinden der *Gonophora derasa* bleiben in-

dessen nicht in gleicher Zahl im ausgefärbten Flügel des Schmetterlings bestehen, sie verschmelzen zum Teil bei der Imago mehr oder weniger deutlich, so dass sie leicht auf das von Eimer aufgestellte aus 11 Binden bestehende Grundschema der Schmetterlingszeichnung



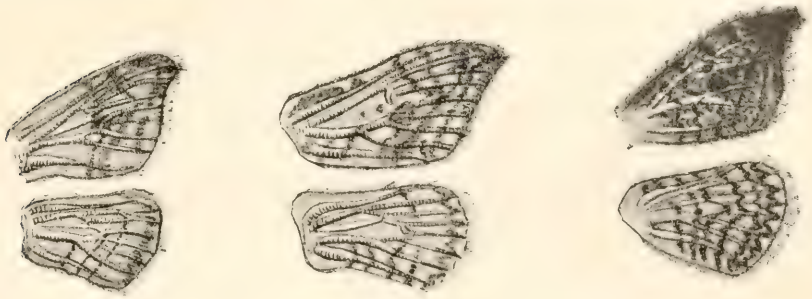
Gonophora derasa.

Gastropacta neustria.

Hylophila prasinana.

zurückgeführt werden können. Dies Verhalten der Derasazeichnung zeigt, dass *P. podalirius* mit seinen 11 Binden wohl nicht als die allerursprünglichst gezeichnete Form anzusehen ist, die wohl noch zahlreichere Streifen aufzuweisen hatte als selbst *G. derasa*. Wir sehen übrigens auch schon bei *P. podalirius*, dass die später einheitlich er-

scheinenden Binden auf frühen Stadien der Puppenentwicklung in Teilbinden oder Streifenbinden gespalten sind, was ebenfalls auf eine vielstreifigere Grundform hinweist (vergl. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 65, 1899, Tafel I). Dagegen kommen wir zu dem Schlusse, dass die Binden des ausgefärbten *P. podalirius* dennoch als grundlegendes Schema für die Schmetterlingszeichnung zu betrachten sind, weil auch bei mehrstreifigen Formen die Teilbinden so gruppiert zu sein pflegen, dass sie ohne Schwierigkeit auf die Podaliriusbinden bezogen werden können. Die Podaliriuszeichnung ist, wenn auch nicht das primitivste, so doch das am weitesten verbreitete Schema, nach dem sich die Verschmelzung von Teilbinden bei Schmetterlingen vollziehen. Hieraus ergiebt sich, dass nur ganz bestimmte Regionen des Flügels zu der Bildung von Binden, zu dem Auftreten von Zeichnung geeignet sind und dass die entstehenden Binden einen ziemlich festen Verlauf haben müssen. Trotzdem kommt es vor, dass Binden, die anfangs einen vollkommen normalen Verlauf haben, später Verschiebungen erleiden,



Drepana falcataria.

die die Zeichnung des Flügels in eigenartiger Weise umgestalten. Da hierdurch sehr charakteristische Zeichnungen zur Ausbildung kommen, so will ich diese Art der Umlagerung von Binden an einem Beispiel erörtern.

Bei *Drepana falcataria* L. stellt die III. Binde bei ihrem ersten Auftreten eine Linie dar, die vom Hinterrand des Flügels bis in die dritte Seitenrandzelle reicht, um dort mit Binde II zusammenzustoßen. Im nächst folgenden Stadium verlängert sich III nach dem Vorderrand und dieses Endstück verläuft parallel mit dem an der Flügelspitze nach hinten gekrümmten Ende der Binde II. Im dritten Stadium sind die drei Randbinden I—III an der Spitze des Flügels verschmolzen, und während vorher Binde III hinter II und I in Bezug auf die Intensität ihrer Färbung zurücktrat, ist sie jetzt besonders dunkel geworden, wie auch das an der Flügelspitze auslaufende Ende von Binde II und I. Dadurch aber geht III ganz unmerklich in Binde I über und stellt eine dunkle Linie dar, die Außen- und Mittel-

feld des Flügels als Diagonale durchzieht. Das ursprüngliche Endstück von III, das den Flügelrand erreicht, kommt im ausgefärbten Flügel nicht mehr zur Geltung, weil hier die Schuppen weniger dunkel gefärbt sind. Die Verbindung zwischen III, II und I wird durch einen dunkeln Schuppenkomplex hergestellt, der in der Mittellinie der ersten Seitenrandzelle zur Entwicklung kommt. Dieselbe Rolle spielt Binde III bei *Drepana curvatula* und auf der Flügelunterseite bei Blattschmetterlingen. Hier bildet sie im Vorderflügel die Mittelrippe des Blattes, indem sie nach einem ähnlichen diagonalen Verlauf an der Flügelspitze mit I verschmilzt. Ihre ursprüngliche Verlängerung nach dem Flügelvorderrand stellt sich als Seitenrippe dar. Ganz besonders deutlich und mit *D. falcataria* übereinstimmend sind diese Verhältnisse bei *Coenophlebia archidona*, wo sogar der zipfelförmig ausgezogene Teil der Flügelspitze dunkel bestäubt ist, so dass hier ganz wie bei *falcataria* eine Trennung der Randbinden kaum mehr wahrzunehmen ist. Bei den eigentlichen Blattschmetterlingen wird die Blattähnlichkeit noch dadurch vergrößert, dass eine ähnliche Zeichnung im Hinterflügel entsteht, hier aber durch Binde IV gebildet wird. Sie kommt indessen nur bei denjenigen Vertretern der Gruppe zu stande, bei denen der Analwinkel des Hinterflügels ebenfalls zipfelförmig gestaltet ist.

Schon Eimer hat in seiner Orthogenesis der Schmetterlinge darauf hingewiesen, dass in den verschiedensten Schmetterlingsgruppen Anfänge von Blattzeichnung vorkommen; dass sich die Blattähnlichkeit überhaupt zunächst bei den Nymphaliden in ihren einzelnen Eigenschaften durch zahllose Zwischenstufen ganz allmählich verliert bezw. dass sie in ihren Anfängen wieder zu erkennen ist in den tausend und tausend Gliedern dieser Gruppe und zwar bis zu unsern *Vanessa*- und *Apatura*-Arten. Ganz ähnliche Uebergänge beobachten wir innerhalb der Gattung *Drepana*. Die ausgesprochenste Mittelrippe, die als Grundlage der Blattzeichnung aufzufassen ist, hat *D. curvatula*, dabei erscheinen die übrigen Zeichnungsverhältnisse hier am primitivsten, viel ursprünglicher als bei *D. falcataria*, wo der Bindenverlauf ein zackiger ist und auch der augenförmige Mittelzellfleck eine höhere Differenzierung anzeigt. Bei *D. harpagula* haben alle Flügelbinden eine bedeutende Reduktion erfahren, und auch von der Blattzeichnung bestehen nur noch wenige, den Binden I—II zugehörende bogenförmige Stücke. Bei *D. binaria* ist nur noch bei dem weiblichen Schmetterling eine Andeutung der in die Flügelspitze verlaufenden III. Binde vorhanden, sie bildet die schmale innere Begrenzung eines hell gefärbten Streifens, an dessen Außenseite an der Flügelspitze der bei *falcataria* charakteristische, durch Verschmelzung der Bandbinden hervorgebrachte dunkle Fleck gelegen ist. Dieser Fleck erhält sich auch in der Zeichnung des Männchens nebst einer schwachen Andeutung der I. Binde. Sonst sind alle bei *falcataria* noch vorhandenen Binden verschwunden

oder nur durch Spuren angedeutet. So stehen an Stelle der Binden IV und VIII helle von dunkeln Schuppen eingesäumte Streifen und im Bereich der Mittelzelle liegen zwei dunkle Flecken, die wohl den Binden V bezw. VI entsprechen. Es bleiben somit bei *D. binaria* gerade die Binden stehen, welche für die Spinnerzeichnung charakteristisch werden. Einen weiteren Fortschritt nach dieser Richtung hin scheint mir *D. cultraria* darzustellen. Auf deren Flügel zwischen IV und VIII bereits eine breite Bandbinde entstanden ist bei gleichzeitigem vollständigen Schwinden der Blattzeichnung. Bei *Drepana cultraria* ist auch der Vorderrand der Vorderflügel weniger gebogen und die Flügelspitze weniger ausgezogen. Die allerursprünglichste Form ist ohne Zweifel *D. lacertinaria*, die außer durch die Binden IV und VIII durch eine vollkommen spannerähnliche Rieselzeichnung der Vorderflügel und durch annähernde Zeichnungslosigkeit der Hinterflügel ausgezeichnet ist. Auch die ausgezackten Seitenränder der Vorderflügel erinnern lebhaft an die Flügelform der Geometridengattungen *Eugonia*, *Selenia*, *Pericallia* etc. Von *D. lacertinaria* ausgehend, bestehen somit innerhalb der Gattung *Drepana* zwei voneinander sehr verschiedene Entwicklungsrichtungen: Die Vertreter der einen sind durch Vielstreifigkeit ausgezeichnet und gipfeln in den beiden blattartig gezeichneten Arten *D. curvatula* und *falcataria*, die der andern sind bindenärmer, verlieren gerade die für die Blattähnlichkeit charakteristischen Streifen und haben die Neigung, Bandbinden zu bilden. Die erste Entwicklungsrichtung führt zu den interessanteren, die zweite zu den wichtigeren Zeichnungsformen; denn während sich die Blattzeichnung in zwei extremen Arten erhält, wird die Bandbindenbildung der *Drepana*-Arten für die ganze Gruppe der Spinner charakteristisch. Auch bezüglich der Erklärung dieser so merkwürdigen Zeichnungsform decken sich meine im Vorhergehenden beschriebenen ontogenetischen Beobachtungen vollkommen mit den Schlüssen, zu denen Eimer in diesem Punkt durch das Studium der Phylogenie gelangt ist. Eimer sagt (Orthogenesis der Schmetterlinge p. 107 ff.): „Die Blattähnlichkeit beruht stets auf Bestehenbleiben oder stärkerem Hervortreten von Teilen der ursprünglichen Grundzeichnung der Schmetterlinge", und weiter: „Aber es erscheinen dabei gerade bei den blattähnlichen, bei den indischen *Kallima*, ganz ausgezeichnete Merkmale, nämlich das Verhalten der Binde III als Fortsetzung der Blattmittelrippe und als zweit hinterste äußere Seitenrippe, die Folge, wie ich sagte, einer Verlegung, Verschiebung einerseits des dem Vorder- und andererseits des dem Hinterflügel angehörenden Teils dieser Binde. — Es ist augenscheinlich, dass die Verlagerung der Binde III mit der Form der Flügel im Zusammenhang steht, dass sie eine Folge der Entstehung dieser Form ist."

Die Blattschmetterlinge bilden eine der Hauptstützen der Theorie von der natürlichen Zuchtwahl, sie galten bis vor kurzem als

schlagendster Beweis nützlicher Anpassung, und werden wohl in den Augen derer auch jetzt noch dafür gelten, die in die Eimer'schen Anschauungen noch nicht eingedrungen sind. Die Rolle, welche die Blattzeichnung in der Darwin'schen Theorie von der Entstehung der Arten zugefallen ist, ist so hervorragend, dass ich es für notwendig halte, hier noch kurz zu erörtern, welche biologische Bedeutung dieser Zeichnung bei den Vertretern der Gattung *Drepana* zukommen mag. Ich sagte schon, dass die *Falcataria*-Zeichnung am meisten Aehnlichkeit habe mit der Zeichnung von *Coenophlebia Archidona* Her. *D. falcataria* gehört danach zu den „umgekehrten Blattschmetterlingen", d. h. der durch die zipfelförmige ausgezogene Flügelspitze gebildete Blattstiel ist nach oben und außen anstatt nach unten und innen gekehrt. Außerdem befindet sich die Zeichnung nicht auf der Unterseite, sondern auf der Oberseite des Flügels. Wenn also die Blattzeichnung hier irgend welchen biologischen Wert haben soll, so muss der Schmetterling seine Flügel dachförmig tragen, so dass der Oberflügel den Unterflügel ganz bedeckt und seine Spitze in

Thyatira batis.

gleicher Höhe mit der Sitzfläche des Falters zu stehen kommt. Von der Seite gesehen, könnte dann in der That der Flügel von einem mit genügender Phantasie ausgestatteten Feind für ein Blättchen gehalten werden.

Wie nun Herr Professor Standfuss die Liebenswürdigkeit hatte, mir mitzuteilen, ist unter den *Drepana*-Arten *D. lacertinaria* L. die einzige, die eine derartige Ruhestellung einnimmt. Nur bei ihr sind die Hinterflügel von den Vorderflügeln in der Ruhe ganz bedeckt, alle anderen tragen die Flügel weniger steil dachförmig und kommen in ihrer Flügelstellung dem gespannten Falter mehr oder weniger nahe. Nun ist aber *lacertinaria* gerade diejenige Art, deren Zeichnung am wenigsten blattähnlich ist! Daraus sieht man, wie wenig die Theorie nützlicher Anpassung einer kritischen Betrachtungsweise stand hält. Trotzdem, dass solche Verschiebungen in der Zeichnung der Schmetterlinge vorkommen, können wir sagen, dass die Lage der Binden im allgemeinen eine sehr bestimmte ist, jede Binde ist durchschnittlich an eine Flügelregion gebunden. Maßgebend für das Auftreten von

Zeichnungselementen sind im allgemeinen: Quer verlaufende Adern und Tracheen, Gabelungspunkte von Adern und Tracheen, Endpunkte von Adern und Tracheen. Auf die verschiedenen Regionen des Flügels sind die Binden in folgender Weise verteilt: Im Außen- und Mittelfeld liegen die Binden I—V. Dem Binnenfeld gehören die Binden VI—XI oder XII an; von diesem liegen VI—X innerhalb der Mittelzelle, XI und XII außerhalb derselben. Die erste Binde (I) verläuft stets am Seitenrand des Flügels, bisweilen teilt sie sich in zwei feine Streifen, welche die Begrenzungen der im jungen Puppenflügel noch sichtbaren Seitenrandadern darstellen. Sie variiert sehr stark bezüglich des Zeitpunktes ihres Erscheinens und ebenso in ihrer Gestalt und Ausdehnung. Bei manchen Schmetterlingen, Spannern, Vanessen etc. stellt sie auch im entwickelten Zustand einen schmalen Streifen vor, bei andern, besonders bei Spinnern wird sie zur breiten Bandbinde. Sehr oft legt sich die Binde I als Fleckenbinde an und bleibt als solche auch im Flügel des erwachsenen Falters bestehen (*Abraxas grossulariata*, *Argynnis paphia*). Ihr Verlauf kann gerade sein, so dass die Binde eine Parallele zum Seitenrand bildet, oder aber sie wandelt sich in eine Zackenbinde um. Besteht die Binde aus einzelnen Flecken oder legt sie sich ursprünglich als Fleckenbinde an, so liegen die Flecken stets auf der Mittellinie der Seitenrandzellen (*Abraxas grossulariata*, *Argynnis paphia*) oder aber in zu dieser und den Flügeladern symmetrisch gestellten Paaren. Schließlich kommt es auch vor, dass sie sich aus bogenförmigen oder halbmondförmigen Flecken zusammensetzt, von denen sich jeder von einer Aderspitze zur anderen spannt und stets durch die Mittellinie der Seitenrandzellen halbiert wird (*Thyatira batis*, *Thais rumina*). Sehr schmal und scheinbar weit nach außen geschoben ist Binde I bei den Spannern und bei *P. podalirius*, den *Thais*- und *Vanessa*-Arten ist die Anlage ganz ähnlich.

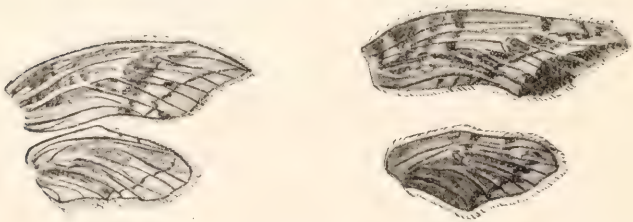
Die zweite Binde (II) liegt etwas weiter nach innen, zeigt aber sowohl in der Art und Weise ihrer Bildung und Ausgestaltung als auch in ihrer wechselnden Ausdehnung und in ihrem Verlauf sehr große Aehnlichkeit mit I. Es sind diese beiden Randbinden, welche von allen am häufigsten einen zackigen Verlauf haben. Oefters verschmelzen beide Binden zu einem einheitlichen Band (Schwärmer).

Die dritte Binde (III) entspringt gewöhnlich am Fuß der Gabelzelle, ist indessen nicht von deren Gegenwart im ausgebildeten Schmetterlingsflügel abhängig, denn man beobachtet sie auch da, wo eine Gabelzelle fehlt.

In Flügeln, die eine Gabelzelle besitzen, ist es allerdings auffallend, mit welcher Beständigkeit Binde III die Zelle an ihrer Basis schneidet. In ihrem Vorkommen ist Binde III sehr konstant, ich habe keinen Fall zu verzeichnen, in dem sie nicht zur Entwicklung kam und häufig

ist sie durch besonders kräftige Farben ausgezeichnet. Ihre erste Anlage besteht öfter aus strichförmigen Elementen als aus Flecken. Meistens erstreckt sie sich über den ganzen Flügel und geht sowohl mit Binde II als auch mit Binde IV Verschmelzungen ein, ihre Vereinigung mit II ist indessen häufiger, als die mit IV. Verbindet sie sich in ihrer ganzen Länge mit den Randbinden, so entsteht ein breites, dunkles Außenfeld (*Platisamia cecropia*), verschmilzt sie dagegen nur mit ihrer Spitze mit II und I, so wird der Flügel, wie wir sehen, unter Umständen blattartig gezeichnet (*Drepana falcataria*). Wie die drei Außenbinden, so bilden auch die Binden IV, V, VI eine Gruppe, die meistens untereinander Verschmelzungen eingeht. Sie begrenzen

Thais rumina.



Deilephila porcellus.

das Mittelfeld nach innen und ich nenne sie Mittelfeldbinden, um sie von den übrigen Binden des Binnenfeldes, zu denen sie nach Eimer gehören, zu denen sie aber sehr wenig Beziehung haben, zu unterscheiden. Auch mit den Außenbinden vereinigen sie sich nicht häufig, so dass wir in den meisten Fällen ein breites oder schmäleres helles Mittelfeld beobachten, das sie von jenen abtrennt.

Die vierte Binde (IV) läuft sehr oft mit den Außenbinden parallel, sie kann sich bei ihrer ersten Anlage aus einer Summe von schmäleren Streifen zusammensetzen (*Eupithecia tamarisciata, Gonophora derasa*), deren Zusammengehörigkeit zu einer einzigen Binde meist von Anfang an sehr deutlich ausgesprochen ist.

Die in Bezug auf ihre Lage am allerbeständigsten Binden sind die Binden V und VI. Sie bilden da, wo Discocellularadern zur Entwicklung kommen, deren Begrenzungen; wo diese fehlen, stehen sie in der Oeffnung der Mittelzelle. Bei verschiedenen Spannern und Schwärmern erstrecken sich diese Binden vom Vorderrand bis zum Hinterrand des Flügels, bei den höher differenzierten Formen finden wir sie meist zu kurzen Strichen oder zu Flecken reduziert. Bei den Bombyciden geben sie nicht selten zu der Bildung von Augenflecken Anlass und bei den Noctuiden beteiligen sie sich an der charakteristischen Makelzeichnung.

Im Binnenfeld, soweit es der Mittelzelle angehört, begegnen wir den Binden VII, VIII, IX, X. Binde XI und XII liegen außerhalb der Mittelzelle auf der Flügelwurzel. Auch diese Binden sind bei den tieferstehenden Formen, bei Spannern, überhaupt bei Heteroceren viel länger aber auch meist schmäler als bei den Rhopaloceren. Bei vielen Vanessen, bei *Thais*-Arten und bei *Papilio machaon* sind die Binden des Binnenfeldes zu länglich gestalteten Flecken umgewandelt und es ist nicht unwichtig, dass die Gestalt dieser Flecke gewöhnlich eine ganz bestimmte, wenig variable ist. Von den Binden VII—X ist VII am wenigsten beständig, sie tritt während der Puppenentwicklung spät auf und verschmilzt leicht mit VI. Sie läuft, wie auch die übrigen Binden des Binnenfeldes, den Binden V und VI parallel und hat übereinstimmend mit jenen keine Neigung, einen zackigen Verlauf anzunehmen. VII und VIII schneiden gewöhnlich den Gabelungspunkt der Medianäste, besonders konstant können wir dieses Verhalten bei VIII beobachten. Ebenso liegt Binde IX meist über dem Gabelungspunkt der im Puppenflügel innerhalb der Mittelzelle verlaufenden Tracheen. Neben den Binden V und VI haben die Mittelzell- und Wurzelbinden die größte Neigung, untereinander zu verschmelzen, so, dass wir sie nicht einmal bei den Spannern immer getrennt angelegt finden. Sehr häufig finden wir auch, dass die eine oder die andere dieser Binden nicht zur Ausbildung kommt, dies gilt namentlich für XII und VII.

Im Laufe der Puppenentwicklung kann es nun vorkommen, dass aus den ursprünglichen Längsbinden Fleckenreihen werden, dadurch, dass sich entweder nur einzelne Teile der Binden ausfärben und diese Teile dann hauptsächlich ins Auge fallen, oder aber dass sich Schuppen der Grundfarbe in der noch nicht ausgefärbten Binde entwickeln, wie wir es z. B. bei *Thais rumina* und *polyxena* sehen können, wo die Teile der Flügelfläche, auf denen später eine unterbrochene oder zackige dunkle Zeichnung entsteht, anfangs gerade Längsbinden bilden. Auch bei *Arctia purpurata* sind diese Verhältnisse deutlich, und zwar scheint die Ueberwucherung der Zeichnung durch Schuppen der Grundfarbe in die allerletzte Periode der Puppenentwicklung zu fallen. Zum Unterschied von der primären Fleckung, die, wie wir sehen, häufig

die Vorstufe zur Bildung der feinen Streifenbinden ist, nenne ich das Resultat des eben beschriebenen Vorganges der Bindenauflösung sekundäre Fleckung. Die sekundäre Fleckung bezieht sich auf die Auflösung von Grundbinden, bisweilen sogar von Bandbinden in Flecke. Die so entstandenen Flecke sind meist breiter als lang, es sind zum Unterschied von den primären Längsflecken Querflecke, die nicht das Bestreben haben, Längsbinden zu bilden, sondern die sich zu Querbinden zu vereinigen suchen. Wenn schon auf diese Weise Querzeichnungen zu stande kommen, so ist dies noch viel häufiger dadurch der Fall, dass sich auf den Flügeladern eine mehr oder weniger dunkle Beschuppung entwickelt. Der größere Teil der Vertreter der *Machaon*-Gruppe ist in dieser Weise quer gezeichnet und auch bei *Thais polyxena* kommt diese Entwicklungsrichtung zur Geltung, allerdings wie es bei fast allen Schmetterlingen beobachtet wurde, erst am Ende der Puppenruhe, da sich bei diesen höher differenzierten Formen Flügelvorderrand und Adern zu allerletzt ausfärben.

Wir haben nun gesehen, dass die im System tiefer stehenden Formen in Farbe und Zeichnung im allgemeinen weniger differenziert sind als die auf Grund der Summe ihrer systematischen Merkmale höher gestellten Schmetterlinge. Ich sage im allgemeinen höher differenziert, weil es sowohl bei den niedersten Gruppen einzelne Formen giebt, die über das durchschnittliche Niveau herausragen und auch die höchsten Gattungen Arten aufweisen, die früher als die Mehrzahl in ihrer Entwicklung stehen bleiben. Was nun die Zeichnung und Färbung der Ober- und Unterseite eines Flügels bezw. des Vorder- und Hinterflügels eines und desselben Schmetterlings betrifft, so können wir hier volle Uebereinstimmung antreffen, oder aber auf wesentliche Verschiedenheiten stoßen. In mehreren Fällen haben wir beobachtet, dass die Unterseite der Flügel der Oberseite in ihrer Entwicklung vorauseilt, indem sich auf der Unterseite die Beschuppung früher entwickelte und hier zuerst Elemente der Zeichnung auftraten. Andererseits sehen wir aber allgemein, dass auf der Unterseite die ursprünglichsten Zeichnungscharaktere am längsten erhalten bleiben, dass wir hier noch getrennte Binden wahrnehmen, wenn oben bereits Bandbinden entstanden sind. Wir können somit sagen, dass auf der Unterseite der Flügel die Entwicklung der Zeichnung früher beginnt, aber auch früher beendigt wird als auf der Oberseite. Die Flügelunterseite bleibt im allgemeinen jedenfalls, soweit es die dunkle Bindenzeichnung betrifft, auf einer tieferen Entwicklungsstufe stehen als die Oberseite.

Andere Zeichnungselemente dagegen, die ebenfalls als später dazu gekommen bezeichnet werden müssen, beschränken sich oft nur auf die Unterseite oder erreichen hier wenigstens einen viel voll-

kommeneren Grad der Ausbildung. Ich erinnere z. B. an die roten Zeichnungen bei *Thais*. Diese Erscheinung ist wohl auch dadurch zu erklären, dass an der Flügelunterseite die Entfaltung dunkler Zeichnungen weniger ausgedehnt ist und die roten Schuppen weniger leicht verdrängt werden.

Ein ähnliches Verhältnis wie zwischen Ober- und Unterseite beider Flügel besteht auch in der Zeichnung und Färbung von Vorder- und Hinterflügel. Auch hier erhalten sich in vielen Fällen und zwar besonders bei weniger hoch entwickelten Arten ursprüngliche Zeichnungsmerkmale länger im Hinterflügel als im Vorderflügel. Bei allen von mir untersuchten Spannern tritt die Zeichnung im Hinterflügel erheblich später auf als im Vorderflügel und entwickelt sich in den meisten Fällen hier viel spärlicher als dort. Ebenso verhält es sich mit der Intensität der Färbung und Zeichnung beider Flügel. In anderen Fällen ist Färbung und Zeichnung beider Flügel nahezu vollkommen identisch, wofür ebenfalls die Geometriden die besten Beispiele liefern. Doch auch dann, wenn bei dem Falter Vorder- und Hinterflügel annähernd gleichmäßig gezeichnet sind, ist die Zeichnung des letzteren, die sich ontogenetisch später anlegt, auch dann ist ein Vorauseilen des Vorderflügels in seiner Entwicklung anzunehmen.

Dieser antero-posterioren Entwicklung widersprechen indessen die Fälle, in denen, wie bei *P. podalirius* und bei den beiden *Thais*-Arten *rumina* und *polyxena* die roten Zeichnungen im Hinterflügel zuerst auftreten und eine größere Ausdehnung annehmen wie im Vorderflügel. Für diese Farbtöne ist posterio-anteriores Auftreten die Regel. Ebenso beobachten wir postero-anteriore Entwicklung in sehr vielen Fällen, wenn es sich um Verschmelzen dunkler Binden handelt. Ich verweise auf die Entwicklung der dunkeln Bänderzeichnung bei den *Thais*-Arten, auf das Verhalten der Zeichnung im Hinterflügel der Papilioniden, mancher Spinner, z. B. *Platisamia cecropia* u. a. m. Bei allen diesen Schmetterlingen tritt eine Verschmelzung der Binden im Hinterflügel früher ein und wird hier vollkommener als im Vorderflügel, so, dass es beim ausgebildeten Falter oft schwer fällt, eine Zusammensetzung der dunklen Zeichnung aus einzelnen Binden anzunehmen. Und doch lehrt das Studium der ontogenetischen Entwicklung, dass sich die Zeichnung beider Flügel ursprünglich aus denselben Elementen zusammensetzt. Während aber die Binden im Vorderflügel auf eine im Verhältnis zu ihrer Breite ziemlich große Fläche verteilt sind, finden wir sie im Hinterflügel auf einen viel engeren Raum zusammengedrängt, der nicht nur von der absoluten Größe, sondern auch von der Flügelform abhängt. So ist es wohl die von den Vorderflügeln abweichende Gestalt des Hinterflügels, die wir hauptsächlich als Ursache der Umgestaltungen betrachten müssen, welche die Zeichnungen hier früher treffen als im Vorderflügel. Auch die Zeichnung des Vorderflügels ist

ja, wie Eimer gezeigt hat, in hohem Maß abhängig von der Flügelform. Ich erinnere nur an das Zustandekommen der Blattzeichnung im sichelförmig gestalteten, an der Spitze oder dem Afterwinkel zipfelförmig ausgezogenen Flügel. Wir können bei *Drepana falcataria* diesen Umbildungsprozess noch während der Ontogenie verfolgen und eine ganz ähnliche Verschiebung erfahren die Binden durch einseitiges Flügelwachstum bei *D. porcellus*. Hieraus muss der Schluss gezogen werden: je mehr Vorder- und Hinterflügel in ihrer Form voneinander abweichen, desto verschiedener ist auch ihre Zeichnung. Gleich gezeichnete und gefärbte Flügelpaare (Vorder- und Hinterflügel) finden wir häufiger innerhalb der weniger hoch stehenden Gruppen, doch treten hier ebenso oft neben gezeichneten Vorderflügeln ungezeichnete Hinterflügel auf.

Wenn uns die Ergebnisse des ontogenetischen Studiums der Zeichnung nicht täuschen, so ist anzunehmen, dass beide Flügel der Vorfahren unserer Schmetterlinge hell einfärbig waren, dass aber der Vorderflügel mehr zur Differenzierung seiner Schuppenfarben neigte als der Hinterflügel. So sehen wir in der Ontogenie stets auf dem Vorderflügel die erste Zeichnung entstehen. Allmählich überträgt sich dieselbe auf den Hinterflügel, bis dieser schließlich ein jenem durchaus ähnliches Zeichnungsmuster aufzuweisen hat. Je mehr sich indessen die anfangs gleichartiger gebauten Flügel in Gestalt, Form und Größe voneinander entfernen, desto verschiedener wird ihre in der Anlage wohl noch übereinstimmende Zeichnung. Es eilt nun nicht mehr der Vorderflügel dem Hinterflügel in seiner Entwicklung voran, sondern im Gegenteil, es überholt jetzt der Hinterflügel den Vorderflügel. Dies führt beim ausschließlichen Studium höherer Formen zur Annahme einer postero-anterioren Umbildungsweise. Am Ende der Puppenruhe des einzelnen Schmetterlings und innerhalb der höchst entwickelten Schmetterlingsgruppen sind die Unterschiede zwischen Vorder- und Hinterflügelzeichnung am größten, ein Beweis, dass auch hier wieder Ontogenie und Phylogenie dieselbe Richtung einschlagen. Mitunter z. B. bei den Vanessen- und Thais-Arten beobachten wir, dass die Entwicklung der Zeichnung im Hinterflügel eine abgekürzte ist, so dass Zwischenstufen der Zeichnung ganz ausfallen können.

Ueberblicken wir noch einmal kurz die im vorstehenden zusammengefassten Resultate, so können wir die Erscheinungen, die den Entwicklungsgang der Schmetterlingszeichnung in der Puppe charakterisieren, in folgenden Sätzen ausdrücken:

1. Die ursprünglichste Schmetterlingszeichnung finden wir, soweit ich auf Grund meiner Untersuchungen schließen darf, in der Gruppe der Geometriden. Sie besteht aus zahlreichen Längsbinden, die meist sehr schmal und in einzelnen, durch größere, hellere Zwischenräume getrennte Gruppen angeordnet sind. Bisweilen finden wir statt

fortlaufenden Binden längsverlaufende Punktreihen, die sich später zu Binden vereinigen und in Bezug auf die Adern und Mittellinien der Flügelzellen ganz bestimmt angeordnet sind. Es ist möglich und es scheint mir auch wahrscheinlich, dass diese Längsbinden von feinen, kürzeren Neuropterenartigen Längsstrichen abzuleiten sind, von einer Zeichnung, wie sie unter den Mikrolepidopteren noch bei *Cerosoma lucella* und bei *Phoxopteryx corylana* Fabr. vorkommt. Danach müssten wir unter den Spannern in *Angerona prunaria* eine der am ursprünglichsten gezeichneten Lepidopterenformen erblicken.

2. Die Längsbinden, welche die Zeichnung der von mir untersuchten Schmetterlinge bilden, treten nicht alle gleichzeitig auf, sie bilden sich im Puppenflügel nacheinander und vermindern sich auf noch höherer Entwicklungsstufe, indem aus den feinen Teilbinden durch seitliches Verschmelzen Grundbinden werden. Durch Verschmelzen von Grundbinden entstehen Bandbinden, Verschmelzen der letzteren führt zur Einfärbigkeit.

3. Die einzelnen Gruppen von Teilbinden und die aus ihnen hervorgegangenen Grundbinden, liegen auf ganz bestimmten Teilen der Flügelfläche und können an ihren Beziehungen zu den Flügeladern erkannt und auf ein Schema, das in der Zeichnung des *Papilio podalirius* gegeben ist, zurückgeführt werden. Durch Variation der Flügelform wird auch die Zeichnung in der einen oder anderen Richtung verschoben.

4. Bei den Spannern legt sich die Bindenzeichnung meist am Vorderrand des Flügels an und wächst von hier aus nach dem Hinterrand. Bei den höheren Tagfaltern finden wir die in der Mittelzelle gelegenen Bindenteile meist zuerst angelegt und wir beobachten, dass sich dieselben von hier aus zuerst nach dem Hinterrand, dann nach dem Vorderrand verlängern.

Bindenverkürzungen gehen stets vom hinteren Ende der Binden aus und erstrecken sich nach und nach bis in die Mittelzelle. In zweiter Linie kann eine Bindenreduktion die am Vorderrand gelegenen Teile betreffen, so dass schließlich nur dunkle Flecke in der Mittelzelle zurückbleiben (*D. Apollo*).

5. Auch wenn wir die ontogenetische Entwicklung der Schmetterlingszeichnung verfolgen, so finden wir keineswegs bei allen Arten sämtliche Binden des uns in *P. podalirius* gegebenen Zeichnungsschemas vertreten. Die einen sind beständiger in ihrem Auftreten als andere. Zu denjenigen, die am seltensten fehlen, gehören die Binden III, V, VI, VIII. Am variabelsten in ihrer Gestalt sind die Binden des Seitenrandes I und II.

6. Ober- und Unterseite desselben Flügels stehen verhältnismäßig selten in ihrer Zeichnung auf derselben Entwicklungsstufe. Beim ausgebildeten Falter ist die Oberseite durchschnittlich höher entwickelt als

die Unterseite, wo sich Teilbinden am längsten erhalten. Daraus könnte auf eine supero-inferiore Entwicklung geschlossen werden. Das Studium der Ontogenie zeigt dagegen, dass in den meisten Fällen infero-superiore Entwicklung stattfindet, dass die Zeichnung ihre Entwicklung auf der Flügelunterseite beginnt, aber hier auch früher abschließt als auf der später differenzierten Oberseite.

7. Im Anfang der Puppenentwicklung steht der Vorderflügel auf einer höheren Zeichnungsstufe wie der Hinterflügel. Es folgt eine Zeit, wo Vorder- und Hinterflügel ziemlich gleich gezeichnet sind, bis schließlich bei den höheren Formen der Hinterflügel den Vorderflügel überholt. Am Schluss der Puppenentwicklung und bei den hochstehenden Schmetterlingsformen sind die Unterschiede zwischen Hinter- und Vorderflügelzeichnung am größten, was meistens auf die Gestalt der Flügel selbst zurückzuführen ist.

8. Nicht nur die Zeichnung, auch die sie bildenden Farben entwickeln sich in ganz bestimmter Richtung. Bei den im System am tiefsten stehenden Schmetterlingsformen geht die Zeichnung direkt aus der Grundfarbe hervor, bei höheren Formen ist sie wesentlich von ihr verschieden. Ihre Entwicklung ist aber dieselbe in der Ontogenie und in der Phylogenie. Die helleren Töne erscheinen zuerst, dann folgen die dunkleren. In der Ontogenie ist die Aufeinanderfolge: Hellgelb, dunkelgelb, orange, karminrot, schwarz; oder: hellgelb, rosa, schwarz; oder: hellgelb, dunkelgelb, braun, braunschwarz. Die optischen Farben sind dabei unberücksichtigt geblieben.

Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern, wie sich diese Resultate, wie sich die Regeln, die aus dem Studium der Ontogenie der Schmetterlinge abgeleitet werden können zu den von Eimer aufgestellten Zeichnungsgesetzen verhalten. Ich sehe in den Resultaten meiner Untersuchungen eine sehr deutliche Bestätigung der Eimer'schen Theorie, die als die Grundform der Tierzeichnung eine der Längsachse des Körpers parallele Streifung annimmt. Allerdings kann der Einwand erhoben werden, dass bei sehr vielen Schmetterlingen die erste Zeichnungsanlage aus längsverlaufenden Punktreihen besteht. Mir erscheint es jedoch, wie ich bereits an anderer Stelle ausgeführt habe, vollkommen gleichgültig, ob wir fortlaufende Längsbinden oder längsverlaufende Punktreihen vor uns haben. Wie sich überhaupt jede Linie als Punktreihe darstellt, so erscheint jede Binde als eine Reihe pigmentierter Zellen. Sind nun diese pigmentführenden Zellen so gleichmäßig mit Farbstoff beladen, dass unser Auge keine Unterschiede zwischen den Elementen der Zeichnung wahrnehmen kann, dann sprechen wir von einer fortlaufenden Binde, wenn sie auch unter dem Mikroskop kein zusammenhängendes Gebilde darstellt. So erscheinen auf den meinen Untersuchungen zu Grunde liegenden Präparaten dem unbewaffneten Auge in der Regel Längsbinden, wo wir unter dem

Mikroskop Punktreihen sehen und Punktreihen beschrieben haben. Wesentlich ist nur, dass überall die Zeichnung bei ihrem Auftreten Längenwachstum zeigt, dass sich ihre Elemente in einer zur Körperaxe parallelen Richtung aneinander zu reihen pflegen. Erst wenn ihr Längenwachstum beendet ist, fangen die Binden an, sich in der Breite auszudehnen, die Teilbinden verschmelzen zu Grundbinden, die Grundbinden zu Bandbinden, die Bandbinden erzeugen, indem auch sie unter sich verwachsen, teilweise oder vollkommene Einfärbigkeit.

Aber auch die Bindenreduktion verläuft, wie Eimer angenommen hat, von hinten nach vorne. Nur bezüglich der Art und Weise der örtlichen Umbildung der Zeichnung (Topo-Orthogenesis Eimer) bin ich zu etwas abweichenden Resultaten gekommen, als sie Eimer durch seine phylogenetischen Studien erhalten hat. Während Eimer annimmt, dass die Zeichnungscharaktere in derselben Reihenfolge schwinden oder sich umbilden, wie sie entstanden sind, konnte ich feststellen, dass für das Schwinden wenigstens eher das umgekehrte der Fall ist, so dass neu gebildete Bindenstücke am leichtesten schwinden und die, welche zuerst auftreten, auch am hartnäckigsten bestehen bleiben. Nach der Eimer'schen Ansicht müssten Binden, die sich in der Mittelzelle anlegen und von hier aus nach beiden Rändern des Flügels auswachsen, in der Mittelzelle auch zuerst schwinden, wir sehen aber, dass dies nicht der Fall ist, dass vielmehr die Bindenreduktion, wie ja auch Eimer feststellt, stets von dem Flügelhinterrand ausgeht. Mit der Breitenausdehnung der Binden, dem seitlichen Verschmelzen mit anderen Binden verhält es sich dagegen anders. Verschmelzungen treten zuerst bei den früher entstandenen Binden und Bindenteilen auf und erreichen später die jüngeren Zeichnungselemente.

Dass eine verschiedenstufige Entwicklung (Heterepistase) sehr häufig auftritt, zeigen uns die abweichend gezeichneten Vorder- und Hinterflügel und ebenso Ober- und Unterseite eines und desselben Schmetterlingsflügels. Ebenso finden wir die Erscheinung unabhängiger Entwicklungsgleichheit (Homoeogenesis) in den Fällen bestätigt, wo z. B. unter dem Einfluss eines veränderten Flügelwachstums Abänderungen entstehen, die bei Formen verschiedener Abkunft dieselben Zeichnungen bilden (Blattzeichnung).

Die Zeichnung der verschiedenen Geschlechter von *Thecla quercus*, *Gastropacha quercus* und *Lasiocampa potatoria* bestätigen sehr schön das Gesetz der männlichen Praeponderanz, des männlichen Uebergewichts, und ihre Ontogenese zeigt dabei gleichzeitig, dass Epistase, Entwicklungsstillstand auf einer früheren Stufe der Umbildung, beim Weibchen die ursprünglichere Zeichnung erhalten hat.

Das Biogenetische Gesetz giebt sich am deutlichsten in der Entwicklung der niederen Formen kund, bei den höheren Schmetterlingen machen sich schon sehr früh die Einflüsse der abgekürzten Ent-

wicklung geltend, so dass uns hier die Ontogenese ein weniger deutliches Bild von den Umgestaltungen der Zeichnung während der Stammesgeschichte zu geben vermag, wie dort, wo die Arten ihrem Ursprung noch näher gerückt sind. Wir können somit mit vollem Recht dafür eintreten, dass wie Phylogenie und Ontogenie bei der Umgestaltung der Schmetterlingszeichnung und Farben gleiche Richtungen einschlagen, so auch die aus der Stammesgeschichte der Lepidopteren durch Eimer erschlossenen Zeichnungsgesetze in den wesentlichen Punkten auf die Entwicklung des Einzelwesens anwendbar sind. Die in den Ursachen der Flügelzeichnung, der morphologischen Beschaffenheit des Flügels gelegene Notwendigkeit dieser Uebereinstimmung, habe ich im zweiten oder dritten Teil dieser Arbeit zu erweisen gesucht. [75]

Die Lage des anabiotischen Zustandes auf der Temperaturkurve der wechselwarmen Tiere.

Von **P. Bachmetjew**,
Professor an der Hochschule zu Sophia (Bulgarien).

Die Anabiose gehört zu den rätselhaftesten Erscheinungen der Biologie. Schon seit langer Zeit (Leeuwenhoek 1719) machte man die Beobachtung, dass ein Organismus, welcher scheinbar keine Lebenszeichen von sich gab, bei günstigen Bedingungen wieder belebt werden konnte.

Ueber das Vorhandensein der Anabiose sind die Forscher bis jetzt noch nicht einig, obwohl die Litteratur dieser Frage ziemlich groß geworden ist[1]).

Im folgenden führe ich kurz die Resultate an, welche mir Lepidopteren in verschiedenen Entwicklungsstadien bei der Einwirkung niedriger Temperaturen ergaben.

Bringt man einen Schmetterling in ein kaltes Luftbad (z. B. von -20^0), so sinkt seine Temperatur allmählich unter 0^0 und erreicht schließlich die Temperatur K (gewöhnlich -10^0), ohne irgend welche Unregelmäßigkeit in ihrem Verlaufe zu zeigen. An diesem Punkt, welchem ich den Namen „kritischer Punkt“[2]) gab, angelangt, erleidet die Temperatur des Schmetterlings einen sogenannten „Sprung“ in ihrem Verlaufe, indem dieselbe bis zum Punkte N (gewöhnlich -1^0) plötzlich steigt. Darauf nimmt die Temperatur des Insektes zuerst

1) Historische Uebersicht stellte ich zusammen in meiner Abhandlung: „Die Anabiose“ („Wissenschaftliche Rundschau“ Nr. 1, p. 17—29. St. Petersburg 1900 [russisch]). Die älteren Angaben sind bei W. Preyer („Ueber die Anabiose“. Biol. Centralbl. XI, Nr. 1, p. 1—5, 1891) angeführt.

2) Zeitschr. f. wissensch. Zool. LXVI, p. 521—604, 1899.

sehr langsam, dann aber rascher ab und erreicht schließlich die Temperatur des Luftbades.

Wie meine Untersuchungen ergaben, befinden sich die Insektensäfte bei der Abkühlung bis zu K im unterkühlten Zustande, sind also noch flüssig. Nach dem „Sprunge" beginnen sie bei der Temperatur N zu erstarren[1]). Die gänzliche Erstarrung der Säfte findet nicht bei einer konstanten Temperatur N statt, sondern, wie meine neuesten, noch nicht veröffentlichten kalorimetrischen Untersuchungen ergaben, entspricht jeder Temperatur, welche tiefer liegt als N, ein bestimmtes Quantum der gefrorenen Säfte.

So z. B. beträgt die gefrorene Saftmenge bei verschiedenen Puppen

bei $-1{,}5^0$	31%
„ $-2{,}0^0$	73%
„ $-3{,}0^0$	88%
„ $-4{,}0^0$	97%
„ $-4{,}5^0$	100%

Somit endigt der Erstarrungsprozess der Insektensäfte bei $-4{,}5^0$, d. h. im Punkt A.

Bei noch tieferer Abkühlung als $-4{,}5^0$ beginnt, wie H. Rödel[2]) zeigte, die Fettschicht zu gefrieren.

Ich fand, dass ein Schmetterling, eine Puppe oder eine Raupe erst dann stirbt, wenn sie bei der Abkühlung zu dem Punkt K_2 gelangen, welcher bei der gleichen Temperatur mit dem Punkte K_1 liegt. Diesen Punkt nennen wir deshalb den „toten Punkt". Von 153 Beobachtungen bestätigten 130 diese Regel[3]); die Ausnahmen werden durch Nebenumstände erklärt.

Verschiedene Umstände beeinflussen bei einer und derselben Species die Lage des Punktes K_1, nämlich:

1. Das Hungern erniedrigt den kritischen Punkt.

2. Der kritische Punkt liegt bei Puppen tiefer als bei Raupen und am tiefsten bei *Imagines*.

3. Er liegt auch tiefer beim wiederholten Gefrieren; beim Gefrieren zum dritten- und viertenmale steigt er.

4. Bei männlichen Exemplaren liegt dieser Punkt tiefer (um ca. 20%) als bei weiblichen.

Die Hauptursache der Verschiebung des Punktes K_1 liegt aber in

1) Richtiger gesagt, entsteht das erste Eiskryställchen bereits bei der Temperatur K, wobei es durch die dabei frei werdende Erstarrungswärme die Temperatur des Schmetterlings von K bis zu N steigert.

2) Zeitschr. f. Naturw. Vierte Folge, LIX, V. Bd., p. 183—214, 1886.

3) Meine „Experimentelle entomologische Studien. I. Temperaturverhältnisse bei Insekten" (mit einem Vorwort von Prof. A. Weismann), X und 160 p. Leipzig 1901.

der Abkühlungsgeschwindigkeit (V). Die Abhängigkeit der Größe K_1 von V ist keine einfache und stellt eine periodische Funktion dar[1]).

Daraus folgt, dass auch die Lage des Punktes K_2 auf der Kurve sich ändern muss, da er seiner absoluten Größe nach mit dem Punkt K_1 zusammenfällt.

Wir haben somit nur zwei konstante Punkte N und A auf der Temperaturkurve (für ein und dasselbe Insektenexemplar), die Lage der Punkte $K_1 = K_2$ ist aber variabel. Es kann daher der Fall vorkommen, dass K_2 mit dem Punkt A zusammenfällt; dann würde das Insekt sofort nach dem völligen Erstarren seiner Säfte sterben, während, wenn K_2 tiefer liegt als A, es noch belebt werden kann.

Wir kommen nach diesen Erörterungen zu der Schlussfolgerung, dass das Wiederbeleben eines Insektes von dem Gefrieren (völlig oder nur teilweise) seiner Säfte unabhängig ist; sein Wiederbeleben hängt vielmehr nur von der Lage des Punktes K_2 auf der Temperaturkurve ab.

Die von anderen Forschern beobachteten Thatsachen, welche diese Folgerung unterstützen, sind in meinen oben erwähnten „Studien" chronologisch zusammengestellt[2]).

Da alle Säfte bei einem Insekt, welches beim Abkühlen zu dem Punkt A gelangt, völlig erstarrt sind, so ist bei ihm keine Blutzirkulation vorhanden und auch die Atmung ausgeschlossen; dasselbe kann man wohl auch von der Verdauung sagen. Ein Organismus, bei welchem aber die Lebensfunktionen still stehen, resp. kein Stoffwechsel vorhanden ist, kann als leblos betrachtet werden. Liegt der Punkt K_2 tiefer als A, so hat unser Insekt vor dem Tode zu seiner Verfügung noch das Kurvenstück AK_2, auf welchem es sich zwischen dem Tode (K_2) und dem leblosen Zustande (A) befindet.

Auf diese Weise entspricht das Kurvenstück AK_2 dem sogenannten anabiotischen Zustande, welcher mit Ohnmacht, Winterschlaf, Scheintod etc. nicht zu verwechseln ist.

Der anabiotische Zustand eines Organismus ist also nur dann möglich, wenn K_2 tiefer als A liegt; liegt K_2 höher als A, so wird dem Stoffwechsel die Möglichkeit geboten, unmittelbar bis zum Tode des Tieres zu funktionieren, und es wird sterben, ohne den anabiotischen Zustand zu erleben.

In dieser gegenseitigen Beziehung zwischen den Lagen der Punkte A und K_2 liegt die Ursache, warum nicht jeder Organismus und auch nicht immer in die Anabiose verfällt.

---

1) Zeitschr. für wissensch. Zool. LXVII, p. 529—550. 1900. Ergänzt durch weitere Versuche im Arch. des sciences biologiques. VIII, Nr. 3, p. 239—260. St. Pétersburg 1900 (Édition russe).

2) Siehe auch Illustrierte Zeitschrift für Entomol. V, Nr. 6, 7, 8. Neudamm 1900 und Allg. Naturforscher-Ztg. I, Nr. 1 u. 2. Berlin 1901.

Ich beabsichtige, in nächster Zeit die Lage der Punkte A und K_2 auch für Wirbeltiere zu bestimmen. Das Projekt zum eventuellen Erreichen des anabiotischen Zustandes bei warmblütigen Tieren wird in einer folgenden Abhandlung veröffentlicht werden. [85]

Was ist ein Experiment, was Statistik in der Ethologie?

Von **Friedr. Dahl.**

Im Nachfolgenden möchte ich zu den jüngsten Ausführungen Wasmann's[1]), denen ich im Allgemeinen sehr wohl beistimmen kann, einige kurze Zusätze liefern. Ich gebe die volle Berechtigung des Wortes „Biologie" statt des weit jüngeren Ausdruckes „Ethologie" sehr wohl zu und kann nur den Wunsch aussprechen, dass die ältere Bezeichnung für unser Gebiet erhalten bleibe. Vorderhand aber sind wir in allen Fällen, in denen wir kurz sein müssen, auf das Wort Ethologie angewiesen, da es völlig eindeutig ist und deshalb nicht, wie das Wort Biologie, erklärender Zusätze bedarf. Wenn Wasmann den Ausdruck Ethologie, d. h. die Lehre von den gesamten Lebensgewohnheiten der Tiere, für etwas enger hält als den Begriff Biologie im engeren Sinne, so könnte mir diese engere Fassung gerade recht sein.

Die Definitionen, welche uns Wasmann von vielen Begriffen, die mit seiner Biologie im engeren Sinne in Zusammenhang stehen, giebt, scheinen mir größtenteils sehr treffend zu sein, und ich wüsste nichts Wesentliches daran zu verbessern. Nur ergänzen möchte ich etwas: Ich vermisse eine Definition der Begriffe „Experiment" und „Statistik". Hätte Wasmann eine Definition dieser Begriffe versucht, so würde er vielleicht gefunden haben, dass seine Ansicht sich in diesem Punkte mit der meinigen nicht deckt.

Das Wort „*experimentum*" ist unser deutsches Wort „Versuch", und wenn man dies im allerweitesten Sinne nimmt, so schließt es gewissermaßen den Begriff „Untersuchung" ein. In diesem allerweitesten Sinne wird es von Wasmann gebraucht. Ich schließe dies aus seiner Angabe, dass er manche seiner Arbeiten, so z. B. die Untersuchung über die Verbreitung der *Atemeles*-Arten[2]) zur experimentell-statistischen Ethologie rechnet. An und für sich ist ja gegen diese Auffassung nichts einzuwenden. Die allermeisten Forscher fassen aber den Begriff „Experiment" viel enger, und dieser Mehrzahl schließe ich mich an und habe stets in dem engeren Sinne von einer „experimentell-statistischen Ethologie" gesprochen. Nach meiner Auffassung macht man ein Experiment, wenn man beim Verlauf eines Naturprozesses zur Erforschung desselben ganz bestimmte Be-

1) Biol. Centralblatt, Bd. 21, p. 391 ff.

2) Tijdschr. v. Entom. Bd. 31, p. 271 ff.

dingungen einschaltet, um dann den Erfolg abzuwarten. Bei einem Experiment zur Erforschung der Lebensweise eines Tieres muss nach meiner Auffassung auf jeden Fall ein selbständiges Handeln des Tieres vorliegen. Ein einfacher Fang mit der Hand oder mit einem Netz, selbst ein Fang mit dem sehr kunstvoll gebauten Schließnetz ist noch kein Experiment. Ebensowenig kann ich es ein Experiment nennen, wenn jemand einen Vogel schießt, den Magen desselben öffnet und dessen Inhalt untersucht, oder wenn jemand die sämtlichen Gäste aus einem Ameisenneste heraussucht. Untersuchungen dieser Art können für bestimmte Zwecke ganz außerordentlich wertvoll sein, vielleicht weit wertvoller als Experimente, es sind aber keine Experimente.

Eine zweite Vorbedingung für die Berechtigung des Wortes Experiment ist die, dass die Einschaltung abweichender Bedingungen mit der Absicht vorgenommen wird, irgend etwas zu erforschen. — Werden irgendwo Telegraphendrähte gezogen und man beobachtet nachher, dass ziehende Vögel mittelst dieser Drähte erbeutet werden können, wird irgendwo ein Leuchtturm erbaut und man beobachtet nachher, dass ziehende Vögel und Nachtfalter durch das Licht desselben angelockt werden, so handelt es sich in beiden Fällen sicherlich nicht um Experimente im engeren Sinne. Man könnte allenfalls von einem unbewussten Experimente sprechen. Freilich ist es mitunter schwer, eine Grenze zu ziehen: Stellt ein Förster Dohnen aus, so darf man dies wohl ein Experiment zu praktischen Zwecken nennen. Der Förster schafft bestimmte Bedingungen und wartet ab, wie sich die Vögel diesen Bedingungen gegenüber verhalten, ob sie sich in den Dohnen fangen oder nicht. Ergeben sich aber bei dem Fange unerwartete wissenschaftliche Resultate über den Zug der Vögel etc., so ist es schon sehr fraglich, ob man den Dohnenfang hier ein Experiment zur Erforschung des Vogelzuges nennen darf.

Wenden wir uns jetzt der Definition des Begriffes „Statistik" zu: Wenn man eine einfache Beobachtung zum zweitenmale macht und dann die beiden Beobachtungen in Beziehung bringt, so hat man eine Statistik in ihrer allereinfachsten Form vor sich. Freilich spricht man gewöhnlich noch nicht von einer Statistik, ebensowenig wie man zwei Bäume einen Wald nennen würde. — Auch eine größere Zahl von Beobachtungen, aus denen man ein Durchschnittsresultat gewinnt, pflegt man an und für sich noch nicht Statistik zu nennen, es sei denn, dass die Fälle zahlenmäßig aufgeführt sind. Will man den Begriff Statistik ganz allgemein fassen und Fälle ohne Zahlenangaben einbegreifen[1]), so kann man wohl von einer unbestimmten oder auch unbewussten Statistik sprechen. Diese unbestimmte Statistik bewegt sich in den

1) Vergl. Verh. deutsch. zool. Gesellsch. 1898, p. 125.

allgemeinen Ausdrücken „häufig", „selten", „oft" etc. Die meisten Resultate früherer Forschungen über die Lebensweise der Tiere sind auf diese unbestimmte Statistik zurückzuführen. Als ein älteres, hervorragendes Beispiel dieser Art der Forschung nenne ich Naumann's Naturgeschichte der Vögel Deutschlands[1]). Der unbestimmten Statistik steht die bestimmte, zahlenmäßige oder eigentliche Statistik gegenüber. Die zahlenmäßige Statistik kann sich entweder auf Familien, Gattungen oder Arten beziehen oder aber auf Individuen. Man könnte danach eine Art- etc. Statistik und eine Individual-Statistik unterscheiden. Die Art-Statistik kommt schon sehr früh, namentlich in Werken der vergleichenden Faunistik oder geographischen Verbreitung der Tiere zur Anwendung. In Bezug auf die Lebensweise der Tiere scheint sie, soweit ich sehe, zum erstenmale von Sundewall in ausgedehnterer Weise angewendet zu sein in dessen Arbeiten über den Zug der Vögel[2]). Was man heutzutage gewöhnlich Statistik nennt und was auch ich in meiner Arbeit über die Aasfresser als Statistik auffasste[3]), ist die bestimmte zahlenmäßige Individualstatistik. Man kann dieselbe definieren als diejenige wissenschaftliche Untersuchungsmethode, bei welcher ein Resultat durch genaues zahlenmäßiges Aufzeichnen und Vergleichen mehrerer einander entsprechender Einzelbeobachtungen gewonnen wird.

Für ganz bestimmte Zwecke, namentlich für die Erkenntnis der Stellung der einzelnen Tierarten im Haushalt der Natur hatte ich in meiner früheren Arbeit[4]) empfohlen „in der freien Natur Experiment und Statistik für ethologische Untersuchungen zu verbinden". Dass ich meine damalige Untersuchung einen ersten Versuch genannt habe, hat man für eine Anmaßung gehalten. Ich glaube, man hatte mich missverstanden. Betonen wollte ich nur, dass es **mein** erster Versuch sei, dem andere folgen sollten. Freilich, wäre mir ein derartiger Versuch von einem anderen Autor bekannt ge-

1) Ersch., Leipzig 1822ff.

2) Isis 1828, p. 696. Vergleiche übrigens auch Risso, Ichthyologie de Nice, Paris 1810, p. 13—15 u. a.

3) S.-B. Ak. Wissensch., Berlin 1896, p. 17.

4) Bisher habe ich leider nur erst eine zweite kleine Untersuchung folgen lassen können (Mitteil. a. d. zool. Mus. in Berlin, Bd. 2, Das Leben der Ameisen im Bismarck-Archipel, p. 53ff.). Andere Arbeiten waren in Vorbereitung, scheiterten aber an der bisher ungenügenden systematischen Erforschung selbst unserer einheimischen Tiere. Meine quantitativen Fänge aus dem Bismarck-Archipel sind so reich an Dipteren und Coleopteren, dass ich keine Bearbeiter für das gesamte Material finden konnte. Einer unserer ersten Dipterologen schrieb mir, dass er 30—50 Arten wohl bearbeiten möchte, aber 300—500 Arten, wie ich sie erbeutet hätte, könnte er nicht übernehmen. Andere sagten für einen Teil zu, mussten aber hinausschieben.

wesen, so hätte ich ihn genannt. Auch bis heute habe ich noch keine Arbeit in der angedeuteten Richtung auffinden können, aber dies ausdrücklich hervorheben zu wollen, lag mir fern.

Mit gefangenen Tieren hat man von jeher sehr viel experimentiert, und in vieler Hinsicht vorzügliche wissenschaftliche Resultate erzielt. Man hat auch gelegentlich eine Individualstatistik mit dem Experiment verbunden. Als ältestes mir bekannt gewordenes Beispiel dieser Art nenne ich die Untersuchungen Beudant's über den Einfluss des Salzgehaltes auf Wasserschnecken[1]). Es liegt mir durchaus fern, die hervorragenden Verdienste der Forscher, welche sich mit derartigen Untersuchungen befasst haben, irgendwie schmälern zu wollen. Zur Erforschung der Nahrung und des Aufenthaltsortes in der freien Natur, die ich mir besonders zur Aufgabe gemacht habe, sind die Ergebnisse solcher Experimente aber von sehr geringem Werte und müssen mit äußerster Vorsicht aufgenommen werden. Ich möchte hier zum Beleg nur ein Beispiel nennen: Das Kieler zoologische Institut hielt längere Zeit hindurch einen lebenden Affen, eine Meerkatze. Reichte man diesem Tiere gleichzeitig mit der einen Hand eine Fliege, mit der andern eine Frucht oder ein Stück Brot, so griff es stets zuerst nach der Fliege und verzehrte sie. Ich weiß nicht, ob sich alle Affen derselben Art so verhalten. Aber gesetzt auch, es wäre dies der Fall, so wäre es doch völlig falsch, daraus schließen zu wollen, dass jene Meereskatzenart in erster Linie Insektenfresser sei oder dass Insekten auch nur einen wesentlichen Bestandteil ihrer Nahrung ausmachen. Es kommt doch in erster Linie in Frage, ob die in der Gefangenschaft dargebotene Nahrung auch an dem natürlichen Aufenthaltsort des Tieres in genügender Menge vorkommt und in zweiter Linie, ob das auf seine Nahrung zu untersuchende Tier körperlich befähigt ist, die in der Gefangenschaft dargebotene Nahrung im Freien in genügender Menge zu erbeuten. Beides kann man an dem gefangenen Tiere niemals feststellen. Man hat übrigens auch in der freien Natur schon vielfach mit Tieren experimentiert. Die ältesten Experimente scheinen mehr praktischer Natur gewesen zu sein. Schon vor Jahrhunderten machte man Versuche, Fische, Austern und andere Tiere an einen neuen Standort zu verpflanzen. Es handelte sich also darum, ob die Tiere im stande seien, unter den neuen Lebensbedingungen zu existieren und einen Ertrag zu liefern. — Experimente von rein wissenschaftlichem Interesse folgten erst viel später. Ich nenne hier nur ein Experiment, welches Fr. Märkel[2]) machte, um Ameisengäste aus dem Haufen von *Formica rufa* zu erbeuten. Er legte einen Sandstein

1) Isis 1834, p. 449.

2) Germars Zeitschr. für Entomol. Bd. 3 (1841), p. 209 ff. u. Bd. 5 (1844), p. 194 ff. Auf diese Arbeit machte mich Herr Wasmann freundlichst aufmerksam.

mit rauher, poröser Unterfläche auf oder neben den Haufen der Ameise und konnte am folgenden Tage die Ameisengäste von dem Steine absammeln. Wenn man das Zählen des bei *Formica rufa* in dieser Weise erbeuteten Käferarten und den Vergleich der erhaltenen Zahl mit der Anzahl der Arten, welche aus den Nestern anderer Ameisen direkt herausgesucht wurden, für eine Statistik halten will, so kann man von einer Artstatistik sprechen und die Märkel'sche Untersuchung kommt deshalb meinen Untersuchungen an Aasfressern am nächsten. Freilich fehlt die Individualstatistik.

Die in der freien Natur ausgeführte Individualstatistik hat sich in faunistischen Werken ganz allmählich ausgebildet. Man könnte eine vollkommene Entwicklungsreihe aufstellen, welche zeigt, wie die Ausdrücke „sehr selten", „selten" etc. sich allmählich in Individuenzahlen mit genauen Angaben über Fundort und Fundzeit verwandelten. Die Ausdrücke „häufig", „sehr häufig" etc. erhielten sich dagegen bis in die Gegenwart. Die Individualstatistik entwickelte sich also aus der unbestimmten, nicht aus der Artstatistik.

Das Verdienst, eine in der freien Natur ausgeführte vollständige Individualstatistik zuerst angewendet zu haben, gebührt, soweit ich sehe, Hensen. Nachdem er im Jahre 1884 seine Arbeit „Ueber das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische" [1]) veröffentlicht hatte, folgte im Jahre 1887 seine gewissermassen bahnbrechende Arbeit „Ueber die Bestimmung des Planktons [2])." — In der Folgezeit wurde die Individualstatistik recht oft angewendet. Zu den statistischen Untersuchungen im engeren Sinne ohne Experiment gehören verschiedene Arbeiten Wasmann's [3]) und viele andere. Auch manche der Untersuchungen über Mageninhalte, welche in letzter Zeit veröffentlicht sind, gehören hierher. Hatten die Tiere ihre Nahrung doch in der freien Natur aufgenommen. Bei meiner Untersuchung einer größeren Zahl von Vogelmägen aus dem Bismarck-Archipel fand ich, ebenso wie auch früher bei der Untersuchung von Mägen deutscher Vögel, oft undefinierbare Massen. Bisweilen war es nicht einmal möglich, auch nur mit einiger Sicherheit festzustellen, ob die Masse dem Pflanzen- oder dem Tierreiche entstammte. Frühere Autoren haben das Unerkennbare einfach ignoriert und nur das Erkennbare aufgezählt. Da aber diese unvollständige Statistik ein falsches Resultat liefern kann, schlug ich vor [4]), das Unerkennbare besonders zu verzeichnen. Als Maß für das Unerkennbare schlug ich vor, das Massenverhältnis vom

1) 4. Ber. Komm. wissenschaftl. Unters. d. deutschen Meere, p. 299 ff., Berlin 1884. Man vergl. auch K. Möbius, Die Auster. Berlin 1877.

2) 5. Ber. Komm. wissensch. Unters. d. d. Meere, p. 1 ff., Berlin 1887.

3) Biol. Centralblatt Bd. 21, p. 399.

4) Verh. d. deutsch. zool. Ges. 1898, p. 123. Die Ausführung in Mitteil. zool. Samml. Mus. Naturk. Berlin, Bd. 1, Heft, 3, Abt. 2, Berlin 1899.

Unerkennbaren zum Erkennbaren anzugeben. Annähernd gleichzeitig mit meinem Vortrag, oder sogar, wie es scheint, noch etwas früher, erschien eine Arbeit von Rörig[1]), „Untersuchungen über die Nahrung der Krähen". — Die Untersuchungen Rörig's scheinen sehr sorgfältig ausgeführt zu sein: Der Autor unterscheidet 17 verschiedene Stoffe und verzeichnet in jeder Abteilung die Masse dem Gewichte nach. Von Unerkennbarem ist in der Arbeit nicht die Rede. Da ich aber wohl annehmen darf, dass der Autor, ebenso wie ich, nicht alles mit Sicherheit erkannte und da außerdem die Tabelle zeigt, dass nichts vom Inhalt unberücksichtigt blieb, dürfte das Unerkennbare in den beiden Abteilungen „diverse Pflanzenteile" und „diverse tierische Reste" untergebracht sein. Jedenfalls haben wir in der Rörig'schen Arbeit eine vollständige Statistik im engeren Sinne vor uns. Viel weniger genau erscheint die Statistik in zwei andern ähnlichen Arbeiten von demselben Autor[2]). Recht interessant ist eine Arbeit von Rauschenplat[3]), da sie uns Aufschlüsse über den Mageninhalt mancher Tiere bringt, welche bisher noch nicht auf Nahrung untersucht waren. Es handelt sich um verschiedene Tiere der Kieler Bucht. Rauschenplat führt die Bestandteile nicht nach Gewicht, sondern, ebenso wie ich, möglichst nach Individuen auf, auch da, wo es sich um größere Zahlen handelt. Durch die Einführung einer Abteilung „Unkenntliche Masse" fügt sich seine Arbeit ebenfalls der meinigen an. Leider ist die genannte Abteilung oft mit einem Fragezeichen und allenfalls mit den unbestimmten Ausdrücken „viel", „sehr viel" etc. versehen. Von einer vollständigen Statistik kann also nicht wohl die Rede sein. Freilich war bei manchen wirbellosen Tieren die Untersuchung gewiss recht schwierig und deshalb müssen wir dem Autor für das Gebotene dankbar sein.

Jede Statistik, die für spätere Autoren wissenschaftlich verwendbar sein soll, muss zwei Größen zahlenmäßig miteinander in Beziehung bringen. Diese Größen können verschiedener Art sein. Es kann eine Individuenzahl oder eine Gewichtsgröße etc. auf eine andere Individuenzahl, eine Raum-, eine Zeit- oder eine Gewichtsgröße bezogen werden. Bei der Untersuchung von Mageninhalten setzt man den Magen meist als feststehende, bekannte Größe voraus. Handelt es sich um Tiere, die stark in Größe variieren, wie die Fische etc., oder um junge Individuen, so ist es ratsam die Größe der Individuen anzugeben, wie dies Rauschenplat gethan hat. Am vollkommensten ist die Stati-

1) Ber. d. landw. Inst. Univ. Königsberg i. Pr., Bd. 1, p. 35 ff., Berlin 1898. Vergl. auch Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- und Forstw. a. K. Gesundheitsamt, Bd. 1, p. 285 ff., Berlin 1900.

2) Ber. d. landwirtschaftl. Inst. d. Univ. Königsberg, Bd. 1, p. 21 ff. u. Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- u. Forstw. a. K. Gesundheitsamt, Bd. 1, p. 1 ff.

3) Wissenshaftl. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel Bd. 5, p. 83 ff., Kiel 1901.

stik bei der Planktonforschung ausgebildet. Man bestimmt die Masse des Planktons nicht nur nach Individuen und nach Volumen, sondern teilweise auch nach ihrem Gewicht und sogar nach ihrer chemischen Zusammensetzung und bringt diese Größen mit der abgefischten Wassermasse in Beziehung. Es würde hier zu weit führen, auf die vielen in neuerer Zeit erschienenen Planktonarbeiten auch nur oberflächlich einzugehen.

Was die in der freien Natur ausgeführten experimentell-statistischen Arbeiten anbetrifft, so ist ihre Zahl, soweit ich sehe, bisher sehr gering geblieben. Außer meinen eigenen oben angeführten Arbeiten (s. S. 677 Anmerkung 3 und 4) nenne ich zunächst eine Abhandlung von G. Salvadori[1]) „Ergebnisse meines Vogelherdes“ und A. Steuer[1]) „Betrachtungen über die Ergebnisse des Vogelherdes des Don Giovanni Salvadori“. Man kann die Untersuchungen Salvadori's meiner Ansicht nach recht wohl als eine im Freien ausgeführte mit Experiment verbundene Statistik bezeichnen, da man wohl annehmen darf, dass der Ornithologe von vorneherein neben praktischen auch wissenschaftliche Ziele im Auge hatte. — Eine Arbeit von E. Buerkel[2]) berichtet über 158 in der Kieler Föhrde ausgeführte Reusenfänge. Auf einige Mängel dieser Arbeit hat schon K. Brandt[3]) aufmerksam gemacht: Zunächst ist die Statistik keine vollständige, weil *Oncholaimus* nicht gezählt wurde. Dann sind die Buerkel'schen Berechnungen mit der unbestimmten Größe x unzulässig. Ferner wäre es erwünscht gewesen, das Fangregister vollständig mitzuteilen, statt uns eine Zusammenfassung sämtlicher Fänge in Beilage 5 zu geben. Endlich — und das wäre, weil unkontrolierbar, weitaus der schlimmste Fehler — hält Brandt die Arbeit für unzuverlässig. Es wäre sehr erwünscht, wenn derartige Versuche wiederholt würden, um uns völlige Aufklärung zu geben. Soviel scheint nämlich aus der Buerkel'schen Arbeit mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Artenzahl, wenigstens die der makroskopischen Aasfresser, im Meere sehr gering ist. Einige Reusenfänge, die ich selbst in verschiedenen Binnengewässern machte, zeigten mir, dass in manchen unter ihnen makroskopische Aasfresser überhaupt völlig zu fehlen scheinen. Weitere Untersuchungen auch über diesen Gegenstand wären sehr erwünscht. [87]

1) Die Schwalbe. N. F. Bd. 1, p. 110—113, 1898—99. — Es ist nicht ausgeschlossen, dass gerade auf diesem Gebiete schon früher Veröffentlichungen experimentell-statistischen Inhaltes vorliegen. Ich habe indessen keine finden können und bin jedem, der mir entsprechende Arbeiten nennt, sehr dankbar, da es mir fern liegt, frühere Arbeiten totschweigen oder ignorieren zu wollen.

2) E. Buerkel, Biol. Studien über die Fauna der Kieler Föhrde. Kiel 1900.

3) Wissenschaftl. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel, Bd. 5, p. 86 f. Randanm.

Die Krystallisation von Eiweißstoffen und ihre Bedeutung für die Eiweißchemie.

Von **Fr. N. Schulz**, Jena.

Verlag von Gustav Fischer. 1901.

Das Schriftchen ist als Einleitung zu einer Anzahl ähnlicher Monographien abgefasst, die im Laufe der Zeit eine allgemeine Chemie der Eiweißstoffe bilden sollen. Es wird beabsichtigt, eine kritische Zusammenstellung der Litteratur, nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet, zu geben, die es auch denjenigen, welche sich nicht speziell mit der Eiweißchemie beschäftigen, gestattet, sich ein Urteil über die Ergebnisse der Eiweißchemie zu bilden. Gerade auf diesem Gebiete liegt eine fast unübersehbare Masse von Arbeiten vor, die neben vielem wertvollen eine Unmenge minderwertigen Ballastes enthalten. Diese besonderen Verhältnisse haben das ganze Studium der Eiweißkörper in weiten Kreisen in Misskredit gebracht, der in vielen Punkten ungerechtfertigt ist.

Das vorliegende Schriftchen beschäftigt sich mit dem für die Frage nach der Einheitlichkeit der Eiweißstoffe wichtigen Kapitel der Krystallisation. Es werden zunächst die natürlich vorgebildeten Eiweißkrystalle des Pflanzen- und Tierreiches sowie die Mittel besprochen, mit denen dieselben umkrystallisiert werden können. Die Quellbarkeit, sowie das Hinterbleiben eines Einschlusskörpers beim Einwirken gewisser Lösungsmittel, Eigenschaften, die die Aufstellung des Begriffes Krystalloid, im Gegensatz zu echten Krystallen, hervorgerufen haben, werden erörtert. Verfasser ist der Meinung, dass eine Gegenüberstellung der Eiweißkrystalle zu den echten Krystallen nicht gerechtfertigt ist. Beides sind echte Krystalle, die Unterschiede zwischen Krystalloiden und Krystallen sind durch die spezifischen Eigenschaften der Eiweißkörper bedingt.

Weiterhin werden die künstlichen Krystallisationen ursprünglich gelöster Eiweißstoffe vorgeführt; die hauptsächlichen sind Serumalbumin (Pferd), Eieralbumin (Huhn), Blutfarbstoffe. Die Methoden der Darstellung werden eingehender besprochen, ihre Vorzüge und Nachteile erörtert.

Ein besonderer Abschnitt ist der Bedeutung der Eiweißkrystalle für die Eiweißchemie gewidmet; dieselbe gipfelt in der Frage nach der einheitlichen Zusammensetzung der Eiweißkrystalle. Hier besteht leider nicht die Uebereinstimmung, welche man erwarten sollte. Die analytischen Ergebnisse sind für die einzelnen Untersucher zwar konstant, zeigen aber untereinander erhebliche Differenzen, die noch weiterer Aufklärung bedürfen. Trotzdem hält Verfasser die Krystallisation der Eiweißstoffe für ein Mittel zur Reinigung, das bei Studien über die Natur der Eiweißstoffe keinesfalls zu verachten ist.

In einem Schlusskapitel wird die Bedeutung der Krystallisationsfähigkeit besprochen. Verfasser glaubt, dass die Eiweißkörper an und für sich auch krystallisationsfähig sind, dass die Versuche aber

bei den meisten deswegen scheitern, weil sie sich nicht von ähnlichen Stoffen abtrennen lassen und außerdem durch die gewöhnlichen Krystallisationsmittel schon teilweise verändert werden. Bei den bisher Krystallisationsfähigen liegen die Bedingungen besonders günstig; z. T. beruht dies darauf, dass es sich um Eiweißstoffe handelt, die vom Organismus als Reservestoffe spezifisch vorbereitet sind, und dadurch von anderen ähnlichen Eiweißstoffen leichter abgetrennt werden können.

Eine Anzahl eigener bisher nicht publizierter Untersuchungen sind eingefügt; besonders hervorgehoben seien hier die Angaben über Krystalle des Insektenblutes, sowie über die Zusammensetzung des Eieralbumins. [88]

Sándor Kaestner: Embryologische Forschungsmethoden.

Antrittsvorlesung. Leipzig 1900. Ambrosius Barth. 30 S., gr. 8.

Der Autor schildert in großen Umrissen die Entwicklung der Embryologie, welche sich aus einer ursprünglich rein morphologischen Disziplin zu einer experimentellen umgewandelt hat. Für jede der beiden Perioden hat die Embryologie ihre eigenen, nicht anderen verwandten Disziplinen entlehnte Forschungsmethoden geschaffen, welche ihren gegenwärtigen Höhepunkt in den Regenerationsversuchen und Experimenten zur Erzeugung von Doppel- und Mehrfachbildungen finden. Wie seinerzeit das „biogenetische Grundgesetz" Haeckel's und die damit verknüpften Fehden den mächtigsten Impuls zum Ausbau der Embryologie und ihrer Methoden gegeben haben, so hat seit anderthalb Jahrzehnten die von Wilhelm Roux exakt ausgestaltete Entwicklungsmechanik den fruchtbarsten Boden zur Weiterentwicklung der Embryologie abgegeben, indem sowohl von den Anhängern der Entwicklungsmechanik und der „Mosaiktheorie", als von den Vertretern der Hertwig'schen „Theorie der Biogenesis" ein wertvolles Thatsachenmaterial aufgestapelt wurde, welches zu einer definitiven Entscheidung des Meinungsstreites leider noch nicht ausreicht. Kaestner warnt vor einer zu weit gehenden Verallgemeinerung der bisher erhobenen Befunde, da aus technischen Gründen bei allen bisher angestellten Versuchen nur eine beschränkte Anzahl von Arten Berücksichtigung finden konnte. **R. F. Fuchs** (Erlangen).

Daffner, Dr. Franz, Artikel „Skelett"

in Eulenburg's Realencyklopädie der gesamten Heilkunde. Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage, Bd. 22, S. 456—480. Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien 1899.

Der Aufsatz verrät gleiche Sorgfalt und hingebenden Fleiß, wie ihn des Verfassers 1897 bei W. Engelmann erschienene Studie „Das Wachstum des Menschen" zeigt, und verdient eine kurze Besprechung, zumal die Zahl exakter Wägungen und Messungen am ganzen menschlichen Skelett noch gering ist; außerdem vermisst Ref. in der neuen Auflage von Kollmann's „Plastischer Anatomie" (1901) einen Hinweis auf diese beiden Arbeiten. — Der Verf. giebt zunächst tabellarisch die Einzelgewichte der Skeletteile einer grazilen Steiermärkerin (Mitte der 20 er Jahre)

und eines kräftigen Tschechen (Anfangs der 20er Jahre). Aus der Gewichtsvergleichung der einzelnen größeren Skelettpartien erhellt u. a., dass beim Weibe 21,95 %, beim Manne nur 16,59 % vom ganzen Skelett auf den Schädel treffen: Muskeln und Knochen des übrigen Skelettes sind eben beim Weibe relativ schwächer ausgebildet. Das Weib nähert sich in dieser Beziehung dem Verhalten des Kindes mehr als der Mann, was sich auch in der Relation des Gewichts des Unterkiefers zum ganzen Skelett ausspricht (Weib 1 : 46, Mann 1 : 40). — Die oberen Extremitäten ergeben bei beiden Geschlechtern ein Vorwiegen der rechten gegen die linken in Gewicht und Länge (auch im Umfange des Humerus), während die unteren Extremitäten das Umgekehrte zeigen. Verf. sucht die Erklärung für die regelmäßig größere Skelett- und Muskelstärke des linken Beins darin, dass dieses gewöhnlich mehr als Stütze der Rumpflast (nicht als Bewegungsorgan) beansprucht wird. Weshalb wir aber die Rumpflast gewöhnlich auf das linke Bein verlegen, berührt D. nicht; dem Ref. scheint es doch die einfache Folge des reichlicheren Gebrauches und der relativen Hypertrophie des rechten Armes und der damit verbundenen kompensatorischen Verschiebung der Schwerlinie nach links zu sein. Damit stimmt die Beobachtung eines intelligenten bejahrten Schuhmachers überein, der dem Ref. mitteilte, er fände bei mindestens 80 % seiner (erwachsenen) Kunden den linken Fuß kräftiger als den rechten. Die Probe auf das Exempel würde sich natürlich aus Messungen bezw. Wägungen an notorischen Linksern ergeben. — Die geringe Gewichtsdifferenz der Becken (10,59 % des ganzen Skeletts beim Weib, 10,84 % beim Mann) rührt „von der stärkeren Knochenentwicklung des männlichen Beckens, nicht von der veränderten Form — denn sie ist beim männlichen nur größer geworden — her". — Ein Vergleich der Längen der Wirbelsäulenabschnitte zeigt für den Hals 0,64 %, für die Brust 0,81 % zu Gunsten der männlichen, für die Lendenwirbel dagegen 1,44 % zu Gunsten der weiblichen Wirbelsäule. Hinsichtlich der Entstehungsursache der natürlichen Wirbelsäulenkrümmung schließt sich Verf. den Ausführungen Langer's an. Die Stellen größter Beweglichkeit in der Wirbelsäule (Hals und 12. Brust- bis 2. Lendenwirbel) besitzen zugleich die absolut und relativ größten Durchmesser des Wirbelkanals. — Bei Besprechung der Längenmasse der Röhrenknochen, spez. der Finger und Zehen, hätte der Verf. für weitergehende Schlüsse reiches Material in den Arbeiten Pfitzner's vorgefunden: auf die Messungen an zwei Skeletten darf man doch noch keine allgemeinen Abstraktionen gründen, wie es im vorliegenden Artikel geschehen zu sein scheint. Der Verf. bleibt auch den Beweis für seine Behauptung schuldig, dass die Verkrüppelung und Verkümmerung der „fast nur mehr rudimentären Knöchelchen der 2. und 3. Zehenglieder" durch unpassende Fußbekleidung erworben und weiter vererbt sei. Da wäre wohl erst die Frage zu erledigen gewesen: Lehrt die vergleichende Anthropologie, dass bei barfuß gehenden Völkern die Mittel- und Endphalangen der Zehen nicht „rudimentär" sind? Nach Ansicht des Ref. liegt die Ursache für die geringe Entwicklung dieser Teile in der spezifisch menschlichen aufrechten Stellung, bei der als Stütz- und Lokomotionsorgane nur die Beine benützt werden; bei der dadurch geschaffenen hauptsächlichen Beanspruchung des medialen Fußrandes erscheint die Bedeutung der vier fibularen Zehen auf ein Minimum reduziert. **P. Eisler** (Halle). [95]

Carl Oppenheimer: Die Fermente und ihre Wirkungen.

Leipzig, F. C. W. Vogel, 1900. VIII. + 350 S., gr. 8.

Das Buch kann in zwei an sich sehr ungleichwertige Abschnitte geschieden werden, einen, in dem der Autor uns mit seinen Anschauungen über das Wesen der Fermente vertraut macht, und einen zweiten größeren Teil, in dem er uns die bisherige Litteratur des umfangreichen Forschungsgebietes in übersichtlicher Form vorträgt. Dieser zweite Teil ist es, welcher dem Buche seinen Wert verleiht, denn die Vollständigkeit der Litteraturangaben ist eine ziemlich weitgehende und nicht genug zu schätzende. Dadurch, dass es Oppenheimer verstanden hat, den an sich fast unübersichtlichen Stoff, welcher nahezu alle Zweige des biologischen Forschungsgebietes umspannt, in glücklicher Weise zu gruppieren und zu umgrenzen, ist das Buch für jeden Forscher, der sich mit der Lehre von den Fermenten beschäftigt, eine willkommene und brauchbare, zusammenfassende Darstellung geworden. Ja, man kann wohl sagen, dass es mit Rücksicht auf die Litteraturangaben für jeden Interessenten nahezu unentbehrlich erscheint.

Weniger glücklich ist Oppenheimer in jenem Teile seines Buches, in dem er uns seine eigenen Ideen über die Fermente und ihre Wirkungen vermittelt. Es ist der weitaus kleinere Teil des Werkes, aber er verrät dennoch, dass der Autor seine hier vorgetragenen Anschauungen nicht auf Grund experimenteller Beobachtungen, sondern auf der Basis spekulativer Betrachtungen abgeleitet hat. Die von Oppenheimer vertretene „einheitliche Auffassung des Fermentbegriffes auf energetischer Basis“ bedeutet nicht mehr und weniger als eine petitio principii. Die Definition des Fermentes lautet: „Ein Ferment ist das materielle Substrat einer eigenartigen Energieform, die von lebenden Zellen erzeugt wird und mehr oder minder fest an ihnen haftet, ohne dass ihre Wirkung an den Lebensprozess als solchen gebunden ist; diese Energie ist im stande, die Auslösung latenter (potentieller) Energie chemischer Stoffe und ihre Verwandlung in kinetische Energie (Wärme, Licht) zu bewirken; in der Weise, dass der chemische Stoff dabei so verändert wird, dass der neu entstehende Stoff oder die Summe der neuentstehenden Stoffe eine geringere potentielle Energie, d. h. eine geringere Verbrennungswärme besitzt, als der ursprüngliche Stoff.“ Es müssen demnach alle Fermentationen exothermale Prozesse sein, ferner werden durch die gegebene Definition alle endothermalen Prozesse ausgeschieden als durch andere Momente wie Fermentwirkungen bedingt. Damit sind aber auch alle Vorgänge reduktiver oder synthetischer Art als nicht durch Fermente bedingt anzusehen. Diese letztere Art von Umsetzungen wird als „rein biochemische“ dem Stoffwechsel der Zelle zugeteilt und von Oppenheimer den Fermentwirkungen als etwas prinzipiell Verschiedenes gegenübergestellt, und zwar nur deshalb, weil es sich dabei um endothermale Prozesse handelt.

Oppenheimer glaubt mit seiner energetischen Auffassung der Fermente dem Wesen der Fermentwirkung näher gekommen zu sein und stellt sie als einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der bisher vertretenen biologischen Betrachtungsweise dar. Es ist zweifellos richtig, dass uns die biologische Anschauungsweise der Fermente keine einheitliche

Auffassung des Fermentbegriffes gestattet; aber Oppenheimer's energetische Betrachtungsweise bringt uns dem Wesen der Fermentwirkungen auch nicht näher. Sie ist vor allem eine rein willkürliche, welche wohl zur Umgrenzung des Stoffes für ein Buch als brauchbar sich erweist, aber nicht mehr. Sie ist etwa dem Schlüssel irgend eines Systemes vergleichbar, z. B. des Linné'schen, das zwar als Schlüssel brauchbar ist, uns aber keine Vorstellung vom natürlichen System der Pflanzen, wie es die moderne Systematik lehrt, vermittelt. Dass Oppenheimer's energetische Auffassung die Scheidung der Fermente in geformte und ungeformte überflüssig macht, wäre wohl ein Vorteil, aber diese Scheidung kann ebensogut wegfallen, wenn man der von Oppenheimer arg verpönten biologischen Auffassung huldigt. Denn für eine solche Scheidung liegt auch in diesem Falle kein prinzipieller Grund vor, sie hat auch mit energetischen Vorgängen nicht das mindeste zu thun, weil es sich einfach um ein morphologisches Verhalten, um die Verschiedenartigkeit der Bindung des wirksamen Körpers an ein Substrat handelt. Oppenheimer verhehlt sich nicht, dass trotz der Einfachheit seiner theoretischen Betrachtungsweise die positive Umgrenzung des Materiales „einige" Schwierigkeiten bietet. Viele Mikroorganismen produzieren während ihres Lebens sehr mannigfache Substanzen; diese Prozesse werden von Oppenheimer in ihrer Gesamtheit einfach dem Stoffwechsel zugeschrieben, „da man anderenfalls in demselben Organismus zahlreiche sonst unbekannte Enzyme annehmen müsste". Als ob eine größere oder kleinere Anzahl unbekannter Fermente mit einer energetischen Auffassung etwas zu thun haben könnte; die Zahl ist dafür ganz belanglos. Wenn Oppenheimer diese Prozesse ebenso wie Fäulnisprozesse, Buttersäure- und Schleimgärung in seinem Buche nicht abhandeln will, so bleibt das seinem Ermessen anheimgestellt, aber eine derartige Begründung wäre besser weggeblieben. Mit Oppenheimer's energetischer Auffassung der Fermente stehen die allerdings weder bestätigten noch widerlegten Angaben von Hill in schroffen Widerspruch, nach denen Glucose unter dem Einfluss der Maltase in Maltose zurückverwandelt werden soll. Sollten sich Hill's allerdings nicht ganz einwandsfreien Beobachtungen bestätigen, dann würde Oppenheimer der „Wirkung der Maltase eine ganz exceptionelle Sonderstellung" zuerkennen, anstatt den einzig richtigen Schluss zu ziehen, dass die willkürlich als Kriterium angenommene Exothermie kein solches für das Wesen der Fermentwirkung sein kann. Uebrigens stehen die Angaben Hill's durchaus nicht vereinzelt da. Okunew berichtet in seiner Dissertation (1895) über eine Entdeckung Danilewsky's, wonach die Umwandlung der Peptone in Eiweiß unter der Einwirkung von Chynosin stattfinden soll. Neuerdings ist diese Frage von Sawjalow wieder in Angriff genommen worden. Nach den Untersuchungen des letztgenannten Forschers würde sich gleichfalls eine Zurückverwandlung von Pepton in Eiweiß durch Einwirkung der dänischen Labessenz ergeben.

Zur Erklärung der Fermentwirkung geht Oppenheimer von den grundlegenden Arbeiten Emil Fischer's aus, der zum erstenmale die stereochemische Betrachtungsweise auf die Fermentwirkungen angewendet hat, wonach angenommen werden muss, dass es ganz bestimmte sterische Atomgruppierungen sind, die den Fermenten als Angriffspunkte dienen. Bezugnehmend auf die Aehnlichkeiten in den Wirkungen der Fermente

und Toxine zieht dann Oppenheimer die von Ehrlich geäußerten hypothetischen Anschauungen über die Wirkungsweise der Toxine auch zur Erklärung der Fermentwirkungen heran. Entsprechend der Ehrlich'schen Seitenkettentheorie erkennt er den Fermenten auch haptophore Gruppen zu, welche an entsprechende haptophore Gruppen des durch die Fermentation zu zersetzenden Stoffes gebunden werden müssen, wenn die zymophoren Gruppen (entsprechend Ehrlich's toxophorer Gruppe) ihre Wirksamkeit entfalten sollen. Beide Gruppenarten brauchen an sich nicht spezifisch zu sein, die zymophore Gruppe könnte einer katalytischen Substanz vergleichbar sein; und in der That ist ja die Wirkung der Fermente oft genug als katalytische angesehen worden. Ganz abgesehen davon, dass die Aehnlichkeit der Toxin- und Fermentwirkungen von einigen Autoren ganz entschieden in Abrede gestellt wird, müssen wir eine derartige Theorie der Fermentwirkungen zum mindesten als sehr verfrüht bezeichnen. Sie ist eine Spekulation, der jede sichere Basis fehlt, solange wir über die chemische Konfiguration der Enzyme oder Fermente nicht vollkommen aufgeklärt sind. Es fehlen uns aber nach dieser Richtung hin alle Anhaltspunkte. So brauchbar und wertvoll auch die Ehrlich'sche Auffassung der Toxinwirkung sein mag, so bedeutet sie im Grunde genommen doch nur eine Vorstellung, wie man sich die bisher gefundenen Thatsachen erklären könnte, ohne dass bisher der exakte Beweis erbracht worden ist, dass es so und nicht anders sein kann. Die Ehrlich'sche Hypothese ist ungemein fruchtbringend, sie ist vielleicht der richtige Weg, auf dem wir einmal zu einer richtigen Erkenntnis der Toxinwirkung gelangen werden, aber ob sich dann die gewonnenen Resultate mit den heutigen Anschauungen Ehrlich's und seiner Schüler decken werden, bleibt erst noch abzuwarten. Darum kann eine Uebertragung der Ehrlich'schen Theorie der Toxinwirkung auf die Fermente nicht mehr als eine müssige Spekulation bedeuten. Oppenheimer legt viel Gewicht auf die Erscheinungen der Bakteriolyse und Hämolyse, er sagt, dass es sich hier „zweifellos" um echte Fermentwirkungen handelt und er räumt den bakteriolytischen und hämolytischen Fermenten im speziellen Teile seines Buches sogar ein eigenes Kapitel ein. Es muss das streng genommen als eine Inkonsequenz erscheinen, wenn man vorher den Fermentbegriff energetisch definiert. Ob es sich bei der Hämo- und Bakteriolyse wirklich um exothermale Prozesse handelt, vermögen wir heute noch gar nicht zu sagen, denn einmal kennen wir die chemische Zusammensetzung der Bakterienleiber nicht genau genug, andererseits wissen wir aber gar nicht, welche Abbauprodukte bei der Bakteriolyse gebildet werden. Das müssten wir aber unbedingt wissen, wenn die energetische Stellung des Prozesses beurteilt werden soll, da ja nach Oppenheimer nur exothermale Prozesse echte Fermentprozesse sein können. Das Phänomen der Bakteriolyse sagt aber gar nichts weiter, als dass es sich dabei um ein rein morphologisches Verhalten handelt, die zellige Struktur des einzelnen Individuums wird dabei vernichtet, das Zellindividuum als solches geht zu Grunde, aber über die dabei sich abspielenden energetischen Prozesse sind wir vollkommen im unklaren. Um so eigenartiger muss es dann erscheinen, wenn Oppenheimer die reduzierenden Fermente Abelous' so energisch ablehnt, indem er sagt, „dass ein derartiges reduzierendes Ferment einen endothermalen, mit Verbrauch von

Energie einhergehenden Vorgang auslösen müsste, also der Definition des Begriffes Ferment direkt ins Gesicht schlägt, macht Herrn Abelous' keine Sorge". Abelous konnte doch nicht ahnen, dass Oppenheimer mehr als ein Jahr nach seiner (Abelous') diesbezüglichen Publikation eine Definition des Fermentes geben wird, die, obzwar sie noch lange nicht anerkannt ist, sein reduzierendes Ferment aus der Liste der Fermente streichen will.

Noch ein Punkt mag aus dem speziellen Teile herausgegriffen werden. Oppenheimer wirft unter anderem die Frage auf, welches ist die physiologische Funktion des Fermentes der Hefe? Da weder der gebildete Alkohol noch die Kohlensäure der Hefezelle als Nährstoffe dienen, so kann man kaum anders annehmen, als dass das Ferment die Funktion hat, der Hefezelle durch die von ihm eingeleitete exothermale Reaktion Energie von außen her zuzuführen. Eine solche Auffassung ist eigentlich eine teleologische und als solche lässt sie sich natürlich nicht beweisen. Käme dem Hefeferment wirklich eine solche Funktion zu, dann muss es um so sonderbarer erscheinen, dass die Hefen z. B. bei Null Grad kein Ferment produzieren, dass die Alkoholgärung bei niederen Temperaturen zum Stillstand kommt, da ja die Hefe dann erst recht einer solchen Energiezufuhr von außen bedürfte. Die Fermentproduktion wäre nach Oppenheimer nichts anderes, als ein Ersatz für die mangelnde Sauerstoffzufuhr. Wir können aber auf Grund einer solchen Anschauung gar keinen Grund dafür ausfindig machen, warum die Hefe trotz der Anwesenheit von freien Sauerstoff dennoch Ferment produziert, welches die entsprechenden Umsetzungen der Alkoholgärung herbeiführt. Denn die von Oppenheimer ins Treffen geführte Annahme, dass die Hefen der Fähigkeit, dem rein vitalen Oxydationsvorgang durch Fermentproduktion eine Unterstützung zur Seite zu stellen, in so hohem Maße angepasst sind, dass sie ihre Anwendung selbst dort herbeiziehen, wo ihnen bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff die Möglichkeit geboten wäre, ohne dieses Hilfsmittel auszukommen, beweist gar nichts. Sie ist eine der vielen unbewiesenen Hypothesen; sie steht im Gegenteil mit allen Beobachtungen auf dem Gebiete der funktionellen Anpassung im Widerspruch. Außerdem ist auch schon längst bekannt, dass die Hefen in absolut sauerstofffreien Medien sehr rasch absterben. Die Beobachtungsthatsachen weisen nur darauf hin, dass die Fermentbildung mit den jeweiligen Stoffwechselvorgängen auf das engste verknüpft ist, um aber die Absonderung der Fermente mit dem Energiebedürfnis der Zelle in direkten Zusammenhang bringen zu können, dazu fehlen uns vorläufig noch alle sicheren Grundlagen.

Mit Oppenheimer's eigenen Anschauungen über die Fermente und deren Wirkung werden sich nur wenige Autoren befreunden können, dagegen wird jeder Oppenheimer's Bemühungen um eine sachgemäße und richtige Nomenklatur anerkennen und billigen müssen. Alles in allem genommen wird das Oppenheimer'sche Buch trotz seiner Schwächen für jeden Fachmann als Nachschlagsbuch wertvoll bleiben und jeder wird dem Autor für die zusammenfassende Darstellung des umfangreichen Materiales der Fermentlitteratur Dank wissen. [99]

R. F. Fuchs (Erlangen).

Verlag von Arthur Georgi in Berlin SW, Hedemannstraße 10. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. November 1901.** **Nr. 22.**

Inhalt: **Wasmann**, Giebt es thatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind? — **Fuchs**, Der Gang des Menschen. — **Imhof**, Der Bau der Cicaden.

Giebt es thatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind?

Zugleich mit allgemeineren Bemerkungen über die Entwicklung der Myrmekophilie und Termitophilie und über das Wesen der Symphilie.

(118. Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilen und Termitophilen.)

Von **E. Wasmann S. J.** (Luxemburg).

I.

Plate hat kürzlich in einer Kritik des Fleischmann'schen Buches gegen die Descendenztheorie die Besorgnis ausgesprochen, die „orthodoxe Theologie und Philosophie" werde sich des Buches mit großer Freude bemächtigen und darin ein Zeichen sehen, dass die „Schöpfungslehre" wieder in ihr Recht eintrete. Sie werde aus ihm nicht allein den Zusammenbruch der „Abstammungslehre", sondern auch den der spekulativen Naturforschung herauslesen[1]). Ich glaube jedoch, dass Plate hierin zu schwarz sieht und die von dem Fleischmann'schen Buche drohenden Gefahren überschätzt. Man wird, davon bin ich fest überzeugt, auch auf philosophischer und theologischer Seite die richtige Mitte zu finden wissen zwischen den von Fleischmann einerseits und, wie ich leider beifügen muss, von Plate andererseits vertretenen Extremen.

Auf Plate's interessanten Versuch, das Darwin'sche Selektionsprinzip gegen die neueren Einwände zu verteidigen[2]), brauche ich hier

1) Biol. Centralbl. 1901, Nr. 6, S. 172.

2) L. Plate, Die Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selektionsprinzips (Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesellsch., 1899, S. 59—208).

um so weniger einzugehen, da das Ergebnis der Plate'schen Untersuchung (S. 199) ein recht maßvolles und von einer Ueberschätzung des Selektionsprinzips weit entferntes ist. Nicht so maßvoll scheinen mir manche Behauptungen Plate's in seiner Kritik Fleischmann's im Biologischen Centralblatt. Dort steht z. B. (Nr. 5 S. 142) als zweiter Hauptbeweis für die Richtigkeit der Descendenztheorie der folgende Satz: „Die Erfahrungen der Systematiker lehren mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, dass eine Art überhaupt nicht scharf zu umgrenzen ist, weil die Variabilität eine Fundamentalerscheinung der Organismen ist." Vor 20 Jahren, in der Sturm- und Drangperiode des deutschen Darwinismus, bekam man solche Sätze allerdings häufig zu lesen; gegenwärtig hätte ich ihre Wiederholung jedoch nicht für möglich gehalten. Die obige Behauptung Plate's ist ebenso kühn als unrichtig. Denn: die Erfahrungen der Systematiker lehren mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, dass die Arten sich gewöhnlich scharf umgrenzen lassen, weil die Variabilität sich meist nur innerhalb der Artgrenzen bewegt. Wäre Plate's entgegengesetzte Behauptung zutreffend, so gäbe es für den Systematiker gar keine „Arten", sondern bloß ein Chaos von Varietäten; wenigstens gäbe es keine sogenannte „gute", d. h. scharfbegrenzte Arten, sondern bloß „schlechte". Thatsächlich bilden aber letztere die Ausnahme, erstere die Regel. Indem Plate die Ausnahme zur Regel macht, um Fleischmann leichter widerlegen zu können, hat er meines Erachtens der Descendenztheorie keinen guten Dienst geleistet; durch solche offenbar übertriebene und daher unhaltbare Beweismomente stützt man die Descendenztheorie nicht, sondern schadet nur ihrem wissenschaftlichen Ansehen; qui nimium probat, nihil probat.

An der Thatsache, dass die Variabilität der gegenwärtig lebenden Fauna und Flora in fast allen Fällen als eine spezifisch begrenzte sich erweist, lässt sich nun einmal nichts ändern. Yves Delage[1]) hat dieser Thatsache einen treffenden Ausdruck gegeben in den folgenden Sätzen:

„La variation, qu'elle soit spontanée ou causée par les conditions biologiques, ou par le croisement, qu'elle soit lente ou brusque et même tératologique, est capable de donner naissance à des formes nouvelles."

„Ces formes nouvelles ont parfois une fixité relative, mais jamais comparable à celle des espèces ou des variétés naturelles."

„L'homme peut obtenir des formes nouvelles ayant la valeur d'espèces et les maintenir indéfiniment; mais il n'a jamais obtenu ni observé la formation d'une race ou variété nouvelle capable de se maintenir sans son aide."

1) La structure du Protoplasma et les théories sur l'hérédité, Paris 1895, p. 297—298.

„Si l'on reste sur le terrain exclusif des faits, on doit reconnaitre que la formation des espèces les unes par les autres n'est pas demontrée."

„La théorie de la descendance s'appuit sur une induction absolument légitime, la seule raisonnaible, la seule scientifique[1]). Mais il n'y a rien dans les faits qui puisse forcer la conviction de ceux qui refusent toute autre preuve que celles tirées de l'observation."

Durch eine solche objektive Anerkennung des wirklichen Sachverhaltes bezüglich der gegenwärtigen Variabilität der organischen Formen innerhalb bestimmter spezifischer Grenzen wird man sicherlich der Descendenztheorie mehr nützen als durch den Versuch, die thatsächliche Variabilität in eine zu Gunsten jener Theorie tendenziös gefärbte umzuwandeln. Es ist nun einmal nicht zu leugnen, dass der Augenschein, soweit es sich allein um die Erfahrungen der Gegenwart, nicht um einen Vergleich derselben mit den paläontologischen Befunden handelt, gegen die Abstammungslehre spricht. Letztere befindet sich hierin in einer ähnlichen ungünstigen Lage wie einst die Koppernikanische Weltauffassung; denn für das Ptolemäische System sprachen auch anscheinend fast alle Thatsachen der täglichen Erfahrung; das Koppernikanische System vermochte sich nur dadurch Geltung zu verschaffen, dass es jene scheinbar ihm widerstreitenden Thatsachen befriedigend erklärte und andererseits die wissenschaftlichen Beweismomente, welche für die neue Weltauffassung sprachen, immer klarer und beweiskräftiger formulierte. Auf demselben Wege wird sich auch die Descendenztheorie die ihr gebührende Geltung verschaffen gegenüber der Konstanztheorie.

II.

Das Gesagte ist nur eine Einleitung zu den sachlichen Mitteilungen, die ich hier geben möchte. Sie soll das Missverständnis ausschließen, als ob ich der Descendenztheorie absolut ablehnend gegenüberstände, weil ich die normale Konstanz der organischen Arten als Thatsache anerkenne. Denn auch für den Fall, dass die Tier- und Pflanzenarten der Gegenwart nur die letzten Ausläufer von gegen die Basis vielfach konvergierenden Stammesreihen sind, konnte das Ergebnis jener Entwicklung dasselbe sein wie wir es heute vor uns sehen. Wir dürfen kaum etwas anderes erwarten, als dass wir gegenwärtig nur noch schwache Spuren der ehemaligen Entwicklung um uns herum finden. Wenn, wie auch die Paläontologie bestätigt[2]), in der Geschichte der organischen Formen längere Perioden der Konstanz mit kürzeren Perioden der Umbildung wechseln, so wäre es eine unsinnige Forderung, zu verlangen, dass sich in einer Konstanzperiode die Entwicklung

1) Inwieweit ich hiermit einverstanden bin, wird am Schlusse näher erklärt werden.

2) Vergl. z. B. K. v. Zittel, Grundzüge der Paläontologie, 1895, S. 15.

neuer Arten unmittelbar beobachten lasse. Solche Erscheinungen können in der Gegenwart höchstens als seltene Ausnahmen von der gewöhnlichen Regel der spezifischen Formenstabilität sich zeigen.

Giebt es nun thatsächlich solche Ausnahmen? H. de Vries[1]) hat es durch seine Versuche sehr wahrscheinlich gemacht, dass *Oenothera lamarckiana* gegenwärtig noch in einer „Mutationsperiode" sich befinde, indem sie neue Formen von der Konstanz wirklicher Arten hervorbringt. In der Tierwelt ist es begreiflicherweise viel schwieriger, das Mutationsproblem durch Thatsachen zu begründen. Da es den vom Menschen künstlich gezüchteten Rassen an der Konstanz fehlt, welche für die Bildung neuer Arten in freier Natur unerlässlich ist, müssen wir uns nach Beispielen umsehen, ob nicht unter ganz natürlichen Verhältnissen gegenwärtig noch Mutationen vorkommen, deren Resultate konstant sind.

Ich glaube, ein derartiges Beispiel oder vielmehr eine Reihe zusammengehöriger Beispiele auf Grund eigener Beobachtung und Erfahrung hier bieten zu können.

In Gesellschaft unserer nord- und mitteleuropäischen *Formica*-Arten leben vier verschiedene „Arten" der zu den Aleocharinen gehörigen Staphylinidengattung *Dinarda*[2]). Jede dieser vier Käferarten hat ihre eigene normale Wirtsameise: *Dinarda dentata* Grav. lebt bei *Formica sanguinea* Ltr., *D. Märkeli* Ksw. bei *F. rufa* L., *D. Hagensi* Wasm. bei *F. exsecta* Nyl. und *D. pygmaea* Wasm. bei *F. rufibarbis* F., und zwar speziell bei einer zwischen *F. rufibarbis* und *fusca* stehenden Varietät, *F. fusco-rufibarbis* For. Von diesen *Dinarda* waren *dentata* und *Märkeli* schon lange bekannt, während *Hagensi* und *pygmaea* erst vor einigen Jahren von mir beschrieben wurden. Sehen wir uns diese Formen etwas näher an.

Sämtliche *Dinarda* gehören durch ihre sehr flache, vorn breit gerundete, hinten scharf zugespitzte Gestalt und ihre kurzen Fühler und Beine zum Trutztypus unter den Ameisengästen (Myrmekophilen), dessen Inhaber durch ihre normale Unangreifbarkeit vor den Angriffen ihrer Wirte erfolgreich geschützt sind und deshalb von ihnen für gewöhnlich indifferent geduldet werden, weil sie eben für „unerwischbar" gelten und den Kiefern der Ameisen keinen Angriffspunkt bieten. Die *Dinarda* sind jedoch die größten Vertreter des Trutztypus unter unseren einheimischen myrmekophilen Kurzflüglern (Staphyliniden); sie ziehen wegen ihrer Körpergröße, die hinter jener der Wirte nur wenig zurücksteht, die Aufmerksamkeit derselben in hohem Grade auf sich. Daher kommt es, dass der allgemeine Trutztypus der Gattung *Dinarda* bei den einzelnen Arten ganz bestimmte Modifikationen zeigt: es be-

1) Die Mutationstheorie, Leipzig 1901. Vergl. auch Moll im Biol. Centralblatt, 1901, Nr. 9 u. 10.

2) Die Litteraturbelege sind im Anhang dieser Arbeit angegeben.

steht zwischen den verschiedenen *Dinarda*-Formen und ihren normalen Wirten eine gesetzmäßige Proportion der Körpergröße und eine gesetzmäßige Aehnlichkeit der Färbung. Ersteres Verhältnis findet seinen Ausdruck in der Thatsache, dass bei der größeren Ameisenart und bei jener, welche „Ameisenhaufen" baut, stets die größere *Dinarda*-Art vorkommt, bei der kleineren Ameisenart dagegen und bei jener, welche meist nur einfache Erdnester baut, die kleinere *Dinarda*-Art. Warum das? Weil die betreffenden *Dinarda*, um nicht erwischt zu werden, um so kleiner sein müssen, je kleiner ihre Wirte sind und je weniger Schlupfwinkel der Nestbau derselben ihnen bietet[1]). Ebenso erklärt sich biologisch die zwischen den *Dinarda* und ihren normalen Wirten bestehende Aehnlichkeit der Färbung. Bei den zweifarbigen, rot und schwarzen *Formica* leben lauter zweifarbige, rot und schwarze *Dinarda*, und bei jener zweifarbigen *Formica*, die am dunkelsten ist und der Einfarbigkeit am meisten sich nähert (nämlich bei *F. rufibarbis* Var. *fusco-rufibarbis*), lebt auch die dunkelste und der Einfarbigkeit am meisten sich nähernde unserer nord- und mitteleuropäischen *Dinarda*. Die bei einer ganz schwarzen Ameise des Mittelmeergebietes, bei *Aphaenogaster testaceopilosa* Luc., wohnende *Dinarda nigrita* ist endlich einfarbig schwärzlich. Diese Gleichfarbigkeit der *Dinarda* mit ihren normalen Wirten dient offenbar demselben biologischen Zwecke wie die gesetzmäßige Proportion zwischen der Körpergröße der *Dinarda* und der Körpergröße und dem Nestbau ihres Wirtes: sie soll die feindliche Aufmerksamkeit der Ameise weniger erregen und die friedliche Duldung des Gastes erleichtern.

Nehmen wir einmal an, es habe eine Entwicklung der systematischen Arten stattgefunden, die Vorfahren unserer *Dinarda* seien noch keine gesetzmäßigen Ameisengäste gewesen und hätten sich erst im Laufe der Tertiärperiode, wo die Ameisen zu einer wahren Naturmacht heranwuchsen, ihren Wirten „angepasst". Für diese Anpassung musste selbstverständlich die innere Entwicklungsfähigkeit der betreffenden Formen die Grundlage bieten. Nun waren unter den Käfern gerade die Kurzflügler (Staphyliniden) und unter ihnen vorzugsweise die Unterfamilie der Aleocharinen sowohl wegen ihrer Lebensweise an Orten, wo die Ameisen sich aufzuhalten pflegen, als auch wegen der Schmiegsamkeit ihrer Körperform und der Gewandtheit ihrer Bewegungen besonders geeignet, mit den Ameisen in nähere Beziehung zu treten. Hiermit war auch die Voraussetzung und der Anknüpfungspunkt für die Entwicklung verschiedener Formen des Gastverhältnisses zwischen diesen Käfern und den Ameisen gegeben. Eine jener Arten, welche die Vorfahren von *Dinarda* repräsentiert, schlug

1) Dass diese Erklärung die einzig richtige ist, wurde bereits früher (**11**, S. 79) durch Ausschluss anderer Ursachen nachgewiesen.

die Richtung zum Trutztypus ein[1]). Indem die Ameisen die sich ihnen aufdrängenden fremden Tischgenossen zu erhaschen und zu töten suchten, übten sie eine Art indirekter Zuchtwahl[2]) auf dieselben aus. Jene Vorfahren von *Dinarda*, welche dem Trutztypus sich vollkommener näherten, fanden gleich den Vertretern des Mimikrytypus und des Symphilentypus günstigere Existenzbedingungen in den Ameisennestern und durften deshalb auch an Körpergröße mehr zunehmen als die Vertreter des indifferenten Typus, welche sämtlich viel kleiner bleiben mussten, um ihre Existenz sichern zu können und nicht vertilgt oder vertrieben zu werden.

Dieselben Entwicklungsfaktoren, welche zum generischen Trutztypus von *Dinarda* führten, zu ihrer sehr flachen, hinten stark zugespitzten Körpergestalt, leiteten weiterhin auch die Differenzierung jener Stammart in die heutigen *Dinarda*-Arten. Die Grundlage derselben musste auch hier von den inneren Entwicklungsgesetzen geboten werden, die äußere Direktive jedoch wurde durch die Verschiedenheit der Wirtsameisen gegeben, denen die *Dinarda* sich zugesellten. Bei kleineren *Formica*-Arten und bei denjenigen, welche statt der großen Ameisenhaufen einfache Erdnester anlegen, konnten nur die kleineren *Dinarda*-Formen dauernd fortkommen; ebenso bei den zweifarbigen *Formica* nur die zweifarbigen *Dinarda*, bei der einfarbig schwarzen *Aphaenogaster testaceopilosa* nur die einfarbig schwärzliche *Dinarda nigrita*. Andererseits musste ferner unter den zweifarbigen *Formica* die kleinste und dunkelste derselben auch die kleinste und dunkelste *Dinarda*-Art als ihren normalen Gast ausbilden. Mit anderen Worten: bei *Formica rufa* musste die *Dinarda Märkeli*, bei *F. sanguinea* die *D. dentata*, bei *F. exsecta* die *D. Hagensi* und bei *F. rufibarbis* Var. *fusco-rufibarbis* die *D. pygmaea* sich entwickeln.

Wir haben also hier einen Fall, wo wir durch äusserst einfache

---

1) Der Vollständigkeit halber sei hier noch bemerkt, dass andere myrmekophile Aleocharinen, nämlich kleinere Tiere wie *Oxypoda*, *Nototheeta*, *Atheta* u. s. w., den ursprünglichen „indifferenten Typus“ beibehielten, während andere größere Formen die Entwicklungsrichtung zum Mimikrytypus einschlugen, teils um wie *Myrmedonia* den feindlichen Angriffen der Ameisen sich leichter zu entziehen, teils um wie *Atemeles* und *Lomechusa* zu echten Gästen (Symphilen) zu werden, die eine gastliche Pflege von seite der Ameisen genießen. Zur Ausbildung dieses Symphilentypus war die Entwicklung gelber Haarbüschel erforderlich, welche als Exsudatorgane für Hautdrüsen, die ein flüchtiges Fettprodukt absondern, dienen, und an denen sie von den Ameisen mit großem Behagen beleckt werden. Zur Entwicklung der Symphilie vergl. **60**, S. 173—183; **95**, S. 123—124; **114**, S. 275—281; ferner den III. und IV. Teil der vorliegenden Arbeit.

2) Dieselbe bildet nur einen Spezialfall der Naturalselektion und darf mit der Amikalselektion, welche eine direkte Zuchtwahl ist, nicht verwechselt werden. Vergl. Teil III dieser Arbeit, Nr. 6—8.

natürliche Ursachen die Differenzierung sämtlicher Arten einer Gattung aus einer gemeinsamen Stammform zwanglos und durchaus befriedigend erklären können. Nicht bloß die thatsächliche Verteilung der verschiedenen *Dinarda* auf ihre entsprechenden Wirtsameisen, sondern auch Beobachtung und Experiment bestätigen die Richtigkeit jener Deduktionen. Ich habe mich durch zahlreiche Versuche mit eigens hierfür eingerichteten Ameisennestern[1]) davon überzeugt, dass die *Dinarda* in der That nur dort auf die Länge den gelegentlichen Angriffen ihrer Wirte sich wirksam zu entziehen vermögen, wo zwischen ihrer Körpergröße und dem Nestbau des Wirtes das oben geschilderte gesetzmäßige Verhältnis besteht. Hierbei ergab sich die schon in den „Vergleichenden Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere“[2]) erwähnte interessante Thatsache, dass, wenn dieses Verhältnis durch den Experimentator künstlich abgeändert wird, sogar die normale *Dinarda*-Art der betreffenden Ameise in große Gefahr gerät, von ihren Wirten vertilgt zu werden. Als ich nämlich statt der zu *Formica sanguinea* gehörigen *Dinarda dentata* die ein wenig größere *D. Märkeli*, welche bei *Formica rufa* zu leben pflegt, in ein Beobachtungsnest von *F. sanguinea* gesetzt hatte, war es diesen Ameisen schließlich gelungen, die fremden *Dinarda*, deren Körpergröße nicht auf ein einfaches Erdnest von *F. sanguinea*, sondern auf die an Schlupfwinkeln reichen Haufen von *F. rufa* berechnet war, trotz ihrer ausgezeichneten Trutzgestalt zu erwischen und aufzufressen. Die Folge davon war, dass die *sanguinea* auf Grund dieser wohlschmeckenden Erfahrung nun auch die sonst bei ihnen friedlich geduldeten *Dinarda dentata* ebenso angriffen und sich im Fange derselben eine solche Geschicklichkeit erwarben, dass sie endlich alle *Dinarda dentata* aus ihrem Neste ausrotteten. Seit diesen 1896 vorgenommenen Versuchen ist es mir bis heute (Sommer 1901) nicht wieder gelungen, der *Dinarda dentata* in jenem *sanguinea*-Neste dauernde Aufnahme zu verschaffen, während sie früher in demselben in normaler Weise geduldet worden war.

Diese Thatsachen beweisen zur Genüge, von wie hoher biologischer Bedeutung die scheinbar geringfügigen Anpassungscharaktere sind, welche die verschiedenen *Dinarda*-Arten voneinander unterscheiden. Eine für unser Auge höchst unbedeutende Aenderung derselben vermag das biologische Gleichgewicht, das zwischen Gast und Wirt bestand, dauernd zu stören. Geht aber jene Aenderung nicht, wie im obigen Falle, in einer für das Gastverhältnis ungünstigen, sondern in einer entgegengesetzten, für das Gastverhältnis günstigen Richtung vor sich, so müssen wir ihr eine ebenso große Wichtigkeit für die Sicherung und Befestigung des be-

1) Die „internationalen Beziehungen“ von *Dinarda* werden in einer späteren Arbeit eigens behandelt werden.

2) 59, 2. Aufl., S. 41.

treffenden Gastverhältnisses zuerkennen. Die Anwendung auf unseren Fall lautet folgendermaßen: Wenn bei einer *Formica*-Art eine kleinere und dunklere Rasse von einer größeren und helleren Stammart sich abzweigt, so wird für die bei der neuen Rasse lebenden *Dinarda* jede zur Verringerung der Körpergröße und zur Verdunklung der Körperfärbung führende Variation von großem Vorteil sein; ja wir dürfen auch sagen: wahrscheinlich wird bei der neuen kleineren und dunkleren Ameisenrasse auch nur die neue, kleinere und dunklere *Dinarda*-Form als normaler Gast schließlich übrig bleiben. Ein solcher Fall liegt uns thatsächlich vor. *Formica rufibarbis* besitzt eine kleinere und dunklere Rasse, *F. fusco-rufibarbis*. Bei dieser Rasse lebt nun aber thatsächlich die kleinste und dunkelste der nord- und mitteleuropäischen *Dinarda*-Arten, *D. pygmaea* Wasm. (*boica* Fvl.). Wir wissen also jetzt auch, wie diese neue „Art" entstanden ist.

Aber, so wird man fragen, haben wir es bei den *Dinarda*-Formen wirklich mit systematischen Arten und nicht bloß mit Rassen zu thun? Darüber, dass *Dinarda nigrita* spezifisch verschieden ist von ihren zweifarbigen nördlichen Verwandten, kann keinerlei Zweifel bestehen; denn sie besitzt, von kleineren Unterschieden abgesehen, eine erheblich verschiedene Bildung des Halsschildes, der Fühler und der Hintertarsen. Die Seiten des Halsschildes sind nicht so flach ausgebreitet, wie bei unseren *Dinarda*, sondern mehr gewölbt; die Hinterecken desselben sind nicht einfach spitz nach hinten vorgezogen, sondern außen überdies ausgerandet. Die Fühler sind bedeutend stärker verdickt als bei ihren nordischen Verwandten. Die Hintertarsen endlich sind ganz verschieden; bei unseren *Dinarda* nehmen die vier ersten Glieder derselben an Länge allmählich ab, und alle fünf Glieder besitzen dieselbe Struktur; bei *D. nigrita* dagegen ist das erste Glied länger als die drei folgenden zusammen und zudem bedeutend breiter und kräftiger als diese und stärker chitinisiert; es ist braunrot wie hartes Chitin, während die folgenden vier Glieder weißgelb und sehr zart sind und fast den Eindruck machen, als ob sie im Begriffe seien, in einen membranösen Zustand überzugehen. Diese Unterschiede, die ich auch an meinen Exemplaren aus Karthagena und Gibraltar (Südspanien) konstatieren konnte, bewogen kürzlich Casey, die *D. nigrita* zu einer neuen Gattung *Chitosa* zu erheben[1]). Am sonderbarsten ist jedenfalls die Bildung der Hintertarsen. Sie legt mir die Vermutung nahe, dass *D. nigrita* häufig auf ihren Wirten oder auf deren Brut umherklettere, so dass die Hintertarsen im Begriffe stehen, in ungegliederte, mit Haftborsten besetzte Organe sich umzuwandeln, wie es bei sämtlichen Tarsen der afrikanischen Dorylinen-Gäste *Sympolemon* und *Doryloxenus*

1) Vergl. Casey, Review of the American Corylophidae, Cryptophagidae, Tritomidae and Dermestidae and other studies (Journ. New-York Entom. Soc. VIII. n. 2. June 1900), p. 55.

bereits geschehen ist (**114**, S. 258—266 u. S. 278 Nr. 6). Hoffentlich wird die Beobachtung der Lebensweise von *Dinarda nigrita* darüber Aufschluss geben, ob diese Annahme begründet ist. Für die generische Abgrenzung von *Chitosa* gegenüber *Dinarda* wäre es ferner von Wichtigkeit, festzustellen, ob die abessinische *D. clavigera*, welche von A. Fauvel beschrieben wurde[1]), die merkwürdige Tarsenbildung von *nigrita* teilt; dann würde sie ebenfalls zu *Chitosa* zu stellen sein. Leider giebt Fauvel's Beschreibung darüber keine Auskunft. (Vergl. den Nachtrag 1.)

An der wirklichen Stammesverwandtschaft der *D. nigrita* und *clavigera* mit unseren echten nord- und mitteleuropäischen *Dinarda* kann man nicht zweifeln. *D. nigrita* gleicht letzteren in der Mehrzahl ihrer morphologischen Merkmale und im Gesamthabitus so sehr, dass man erst bei genauer Untersuchung auf die Unterschiede aufmerksam wird, welche zur generischen Trennung beider Formen berechtigen. Am entscheidendsten für die genetische Zusammengehörigkeit beider ist die Bildung der Mundteile, da dieselbe von den Modifikationen des Trutztypus völlig unbeeinflusst bleiben musste. Nun finde ich aber an meinen mikroskopischen Präparaten der Mundteile von *D. nigrita*, dass ihre Bildung, und zwar insbesondere die eigentümliche Zungenbildung, vollkommen dieselbe ist wie bei *D. Hagensi*. Für *D. clavigera*, welche an *nigrita* sich anschließt, muss ähnliches gelten bis zum Beweise des Gegenteils.

Wir sind daher berechtigt, ja sogar genötigt, *D. nigrita* und *clavigera* für verschiedene Anpassungsformen eines mit den echten *Dinarda* ursprünglich identischen Typus zu erklären. Für *nigrita* ist es bereits bekannt, dass sie bei *Aphaenogaster testaceopilosa* lebt. Für *clavigera* fehlt noch die Wirtsangabe; aber jedenfalls lebt sie nicht bei *Formica*, da diese Gattung im ganzen äthiopischen Gebiete fehlt. Die morphologischen Unterschiede, welche *D. nigrita* und *clavigera* von unseren *Dinarda* trennen, sind somit genetisch auf die Verschiedenheit der Wirtsameisen zurückzuführen, welche (bei *nigrita*) nicht nur einer anderen Gattung, sondern sogar einer anderen Unterfamilie der Ameisen angehören als die Wirte unserer nördlichen *Dinarda*. Es ist ganz selbstverständlich, dass zwischen Gästen ein und desselben Trutztypus, welche bei morphologisch und biologisch weit verschiedenen Wirtsgattungen leben, auch entsprechend größere morphologische Unterschiede bestehen müssen als zwischen Gästen desselben Typus, die bei Arten oder Rassen ein und derselben Wirtsgattung sich aufhalten.

Es wäre daher meines Erachtens eine offenbare Inkonsequenz, *Dinarda nigrita* für eine „selbständig erschaffene Art" zu erklären,

1) A. Fauvel, Espèces nouvelles de *Dinarda* et *Dinusa* (Revue d'Entom. 1899, p. 33—35).

während man die vier zweifarbigen *Dinarda*-Formen als „bloße Rassen" durch natürliche Entwicklung aus einer anderen, ursprünglich ebenfalls „selbständig erschaffenen Art" hervorgehen ließe; denn derselbe Entwicklungsprozess, der zugestandenermaßen zur Differenzierung der *Dinarda*-„Rassen" bei Ameisenarten derselben Gattung geführt hat, musste, weiter fortgesetzt und auf Gäste verschiedener Ameisengattungen ausgedehnt, ebenso notwendig zur Entstehung verschiedener *Dinarda*-„Arten" und, noch weiter fortgesetzt, zur Entstehung verschiedener Gattungen der *Dinardini* führen. Somit bleiben die entwicklungstheoretischen Konsequenzen auch für den Fall bestehen, dass man die vier zweifarbigen *Dinarda*-Formen als bloße Rassen einer Art, nicht als vier verschiedene Arten gelten lässt.

Wie steht es nun thatsächlich mit den systematischen Verschiedenheiten, die zwischen unseren vier nordischen *Dinarda* bestehen? Früher hatte man *Dinarda dentata* und *Märkeli* für eigene Arten gehalten. Ja auch *D. Hagensi* (1889) und *pygmaea* (1894) waren von mir ursprünglich als selbständige neue Arten beschrieben worden, was namentlich bei *D. pygmaea* um so begründeter schien, als dieselbe sich auf den ersten Blick so auffallend von den übrigen *Dinarda* unterscheidet, dass sie die am schärfsten begrenzte Form, also die „beste Art" darzustellen schien. In späteren Jahren wuchs das *Dinarda*-Material meiner Sammlung sehr erheblich an durch Sendungen aus verschiedenen Teilen Europas; zugleich wurde mir Gelegenheit geboten, die in der Sammlung des Kaiserlichen Hofmuseums zu Wien und in anderen Sammlungen befindlichen Serien von *Dinarda* einer genauen Vergleichung zu unterziehen.

Das Ergebnis derselben war, dass ich mich 1895 entschloss (49), sämtliche zweifarbige *Dinarda* unserer mitteleuropäischen Fauna ihres Speciesranges zu entkleiden und sie zu bloßen Rassen ein und derselben systematischen Art (*Dinarda dentata* Grav.) zu machen. Dies geschah jedoch nur mit schwerem Herzen, weil namentlich *Dinarda Märkeli* trotz ihrer geringen morphologischen Verschiedenheiten von *D. dentata* dennoch durch eine große Konstanz dieser Merkmale von *D. dentata* getrennt ist. Unter vielen Hunderten von *D. Märkeli* aus verschiedenen Teilen Europas ließen nur sieben Stück sich finden, die als „Uebergangsformen" zu *dentata* gedeutet werden konnten[1]). Zwischen *D. Märkeli* und *Hagensi* fanden sich keine Uebergänge, obwohl letztere „Art" in vielen ihrer Merkmale zwischen *dentata* und *Märkeli* steht. Zwischen *Hagensi* und *dentata* lagen seltene Fälle von wirklichen Uebergängen vor. *D. pygmaea* endlich, deren typische Form,

1) Ich sage, „gedeutet werden konnten"; denn da vereinzelte Exemplare von *dentata* manchmal zu *rufa* sich verirren, können die vermeintlichen Uebergänge auch aus einer zufälligen Kreuzung solcher *dentata* mit *Märkeli* hervorgegangen sein.

nach welcher ich die Art beschrieb, ausserordentlich scharf von allen übrigen *Dinarda*-Formen sich abgrenzt, ist durch eine regelmäßige Postenkette von Varietäten mit *D. dentata* verbunden, aber durch eine Postenkette, deren Glieder in verschiedenen Gegenden verschieden weit vorgeschoben sind.

Daher halte ich es auch heute noch für das einzig konsequente Verfahren, sämtliche zweifarbige *Dinarda* für Rassen derselben Art zu erklären. Aber ich muss jetzt auf Grund meiner seitherigen Studien und Funde hinzufügen, dass diese *Dinarda*-Formen nicht einfachhin gleichwertige Rassen sind, sondern **Rassen, die auf verschiedenen Entwicklungsstufen zur Speciesbildung stehen.** Als der Stammform am nächsten kommend ist *D. dentata* anzusehen. Von ihr zweigt sich nach der einen Seite hin *Märkeli* ab durch bedeutende Zunahme der Körpergröße und besonders der Breite, durch Verdickung der Fühler und weitläufigere Granulierung; nach der zweiten Seite hin *Hagensi* durch dünnere Fühler, hellere Färbung und weitläufigere Skulptur; nach der dritten Seite hin *pygmaea* durch eine Reihe von Varietäten, welche einerseits an *dentata*, andererseits an *pygmaea* sich anschließen und trotz ihrer verschiedenen geographischen Verteilung zusammengenommen eine vollkommen geschlossene Reihe bilden, deren Glieder immer kleiner, immer schmaler, immer dunkler werden und immer etwas dickere Fühler besitzen, während zugleich auch die Form und die rauhere Skulptur des Halsschildes immer mehr abweicht.

Ihrem stammesgeschichtlichen Alter nach ist *D. dentata* als die älteste Form anzusehen[1]). Ihr zunächst kommt in der Altersstufe *D. Märkeli*, indem zwischen ihr und *dentata* bereits fast gar keine Uebergänge mehr vorhanden sind. Dann kommt *D. Hagensi* und zuletzt als jüngste Form *D. pygmaea*. Dass diese relativen Altersbestimmungen keine leeren Fiktionen sind, ergiebt sich aus folgenden Thatsachen.

Im Rheinland, wo ich an der Burg Okenfels bei Linz 1893 die typische *Dinarda pygmaea* bei *Formica fusco-rufibarbis* zum erstenmal in beträchtlicher Anzahl entdeckte und sie sofort wegen ihrer auffallenden Verschiedenheit von allen übrigen *Dinarda*-Formen für eine ausgezeichnete neue Art hielt, stehen sich *D. dentata* und *pygmaea* thatsächlich bereits als geschiedene Formen nach Art echter Arten gegenüber. Die Variation von *pygmaea* beschränkt sich in dieser Gegend darauf, dass manche Exemplare ein wenig größer und ein wenig heller sind als die typische *pygmaea*; ich bezeichnete diese

1) Auch für den Fall, dass *Formica rufa* und nicht *F. sanguinea* als die älteste Wirtsameise von *Dinarda* sich herausstellen sollte, bliebe dies richtig; denn die *dentata*-Form kann auch bei *F. rufa* fortkommen, und die *Märkeli*-Form musste bei ihrer Entwicklung durch das *dentata*-Stadium hindurchgehen.

Exemplare daher als *pygmaea* Var. *dentatoides*. Aber von Uebergängen zu *D. dentata* ist bei ihnen noch keine Rede, da sie durch eine weite und konstante Kluft von den ebendort in den *sanguinea*-Nestern lebenden *dentata* getrennt sind. Ebenso wie im mittleren Rheinthal verhält sich *D. pygmaea* auch in Schlesien, Böhmen und der Moldau. Auch aus diesen Gegenden kamen mir aus den Nestern von *F. rufibarbis* (bezw. *fusco-rufibarbis*) nur die echten *D. pygmaea* (*boica* Fauvel) und deren Var. *dentatoides* zu. Dagegen fehlt in Holländisch-Limburg die typische *D. pygmaea* vollständig; sie ist dort bei *F. fusco-rufibarbis* durch eine auffallend kleine und scharf markierte Varietät von *D. dentata* vertreten, welche in der Halsschildbildung, der Skulptur u. s. w. mit der Normalform übereinstimmt, aber nur halb so groß und oft auch etwas dunkler ist als jene. Ich bezeichnete sie daher als *dentata* Var. *minor*. Von *D. pygmaea* Var. *dentatoides* ist sie dadurch unterschieden, dass sie namentlich in Halsschildform und Skulptur an *dentata*, nicht aber an *pygmaea* sich anschließt. In Holländisch-Limburg fand ich die *dentata* Var. *minor* einmal auch bei *F. fusca*, die in Größe, Färbung und Nestbau der *fusco-rufibarbis* zunächst steht; bei *F. sanguinea*, welche ebendort die Normalform von *dentata* in großer Menge (oft zu Hunderten in einem Neste) beherbergt, begegnete mir die Var. *minor* nie, und nur einmal ein Uebergangsexemplar zu derselben. In Luxemburg endlich fehlt bei *F. fusco-rufibarbis* nicht nur die *D. pygmaea*, sondern auch die *D. dentata* Var. *minor*; die äußerst seltenen *Dinarda*, die ich hier bei dieser Ameise bisher fand, gehören einer Uebergangsform zwischen der typischen *dentata* und der Var. *minor* an und lassen sich von der ersteren nicht einmal als eigene „Varietät" abgrenzen. Hierzu kommt noch der folgende merkwürdige Umstand. Im Rheinland, in Böhmen und in Holländisch-Limburg, wo bei *F. fusco-rufibarbis* die *D. pygmaea*, bezw. die Var. *minor* von *dentata* als eigene *Dinarda*-Form lebt, ist die typische *dentata*, deren ich Tausende aus den *sanguinea*-Nestern untersuchte, in ihrer Körpergröße so konstant, dass man nur äußerst selten erhebliche kleinere Individuen findet. In Luxemburg, wo bei *F. fusco-rufibarbis* keine eigene *Dinarda*-Form vorkommt, ist dagegen die Körpergröße der auch hier bei *F. sanguinea* sehr häufigen *dentata* viel veränderlicher. Ich fand in mehreren hiesigen *sanguinea*-Nestern neben den *dentata* von normaler Größe auch ebenso viele kleinere Exemplare, die sich von den ebendort bei *rufibarbis* gefundenen mit dem besten Willen nicht systematisch trennen lassen.

Was folgt aus diesen Erscheinungen? Dieselben bekunden deutlich genug, dass *Dinarda pygmaea* eine noch in ihrer Stammesentwicklung begriffene, relativ sehr junge *Dinarda*-Form ist, deren Differenzierung von der Stammform an verschiedenen Punkten ihres geographischen Verbreitungs-

gebietes verschieden weit vorangeschritten ist. Am weitesten fortgeschritten ist sie in jenem Teile des Rheinlandes, der bereits zur Diluvialzeit oberhalb der Mündung des Rheines in die Nordsee lag, ferner in Schlesien, Böhmen, in der Moldau und wahrscheinlich noch in anderen kontinentalen Gebieten; hier ist sie bereits eine konstante eigene „Art". In Holländisch-Limburg ist sie durch eine minder fortgeschrittene Form, die *dentata* Var. *minor* vertreten, die jedoch bereits als eigene Varietät von der Stammart sich abgrenzt. In Luxemburg endlich (und nach Fauvel's Mitteilungen auch in den meisten Gegenden Frankreichs) steht sie erst im Beginne ihrer Abtrennung von der normalen *dentata*, welche hier, in völliger Uebereinstimmung mit dem Beginne eines neuen Differenzierungsprozesses, eine weit größere Veränderlichkeit zeigt als in jenen Gebieten, wo diese Differenzierung bereits weiter vorangeschritten ist. *Dinarda pygmaea* ist eine der *F. fusco-rufibarbis* speziell „angepasste" *Dinarda*-Form. Da aber diese ihre normale Wirtsameise eine Rasse von *F. rufibarbis* ist und deren Abtrennung von *rufibarbis* daher späteren Datums sein muss als die Differenzierungen zwischen *F. rufa* und *exsecta*, *sanguinea* und *rufibarbis*, deshalb begreift sich auch unschwer, weshalb *D. pygmaea* sich uns als die jüngste *Dinarda*-Form thatsächlich darstellt.

Hiermit stimmt auch die weitere Thatsache vollkommen überein, dass *F. fusco-rufibarbis* um so häufiger *Dinarda* als Gast hat, je weiter in der betreffenden Gegend die Entwicklung der ihr eigentümlichen *Dinarda*-Form vorangeschritten ist. In Luxemburg findet man bei dieser Ameise nur äußerst selten einige wenige *Dinarda*, in Holländisch-Limburg in manchen Kolonien bereits regelmäßig und in größerer Zahl, noch viel häufiger endlich im Rheinland, in Böhmen, Schlesien u. s. w., wo die *pygmaea*-Form ihre Entwicklung vollendet hat.

Denken wir uns nun die Abtrennung der *Dinarda pygmaea* von der *D. dentata* auf Grund der oben dargelegten biologischen Entwicklungsfaktoren noch weiter fortgesetzt als es bisher im Rheinland, in Schlesien und Böhmen der Fall ist. Die notwendige Folge davon wird sein, dass die Kluft zwischen beiden Formen immer größer wird. Die verbindenden Mittelglieder (*dentata* Var. *minor* und *pygmaea* Var. *dentatoides*) werden allmählich aussterben, weil die reine *pygmaea* der Lebensweise bei der kleinen und dunklen *F. fusco rufibarbis* viel besser angepasst ist als jene Varietäten. Schließlich wird daher bei dieser Ameise nur noch die typische *pygmaea* als einzige *Dinarda*-Form übrig bleiben, ebenso wie bei *F. rufa* schon gegenwärtig nur noch *D. Märkeli* als normale *Dinarda*-Form existiert. Durch das Verschwinden der Uebergangsglieder, die sie mit *dentata* verbanden, wird aber *D. pygmaea* zu einer systematischen Art im strengsten Sinne werden.

Es scheint mir auch nicht ausgeschlossen, dass die Formenbildung

von *Dinarda* auf Grund derselben Anpassungsgesetze noch weiter sich entwickeln könne. Wir haben in unserer Fauna noch eine ganz schwarze, sehr häufige *Formica*-Art, *F. fusca*. Bei dieser Ameise ist die *D. pygmaea* in Böhmen bereits wiederholt gefunden worden; auch die *dentata* Var. *minor* fand ich bei ihr in Holländisch-Limburg, allerdings sehr selten. Wenn bei *D. pygmaea*, die schon jetzt ihre Zweifarbigkeit verliert, indem nur noch die Flügeldecken rotbraun sind und auch diese um das Schildchen herum bereits schwarz werden, der Verdunklungsprozess noch weiter fortschreitet, so wird schließlich eine einfarbig schwärzliche *Dinarda*-Form entstehen, die der *F. fusca* ebenso vollkommen angepasst ist wie die südeuropäische *D. nigrita* der schwarzen *Aphaenogaster testaceopilosa*. In der That ist denn auch von Fleischer in den schlesischen Beskiden eine sehr dunkle Varietät von *D. pygmaea* gefunden worden, welche ich als Var. *nigritoides* beschrieb (**49**, S. 141). Reitter hatte sie wegen ihrer Aehnlichkeit mit *nigrita* sogar vorübergehend mit der echten *nigrita* verwechselt, wogegen aber schon das Fehlen von *Aphaenogaster testaceopilosa* in Schlesien Einspruch erhob. Es handelte sich in der That, wie ich aus dem Originalexemplare Reitter's ersah, nur um eine sehr dunkle Varietät von *pygmaea*, deren Wirt wahrscheinlich *F. fusca* war. Leider hatte der Finder die Wirtsameise nicht beigegeben.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen: Wir haben in *Dinarda pygmaea* ein sehr anschauliches Beispiel von einer gegenwärtig noch sich vollziehenden Artbildung vor uns, die auf dem Wege der Varietätenbildung und Rassenbildung an verschiedenen Punkten ihres geographischen Verbreitungsgebietes verschieden weit vorangeschritten ist. Durch denselben Entwicklungsprozess muss aber auch die Differenzierung der übrigen zweifarbigen *Dinarda* sowie die Differenzierung sämtlicher *Dinarda*-Arten und ursprünglich auch die Ausbildung des generischen Trutztypus von *Dinarda* erfolgt sein; denn wir brauchen dafür gar keine anderen Entwicklungsfaktoren anzunehmen als jene, welche heute noch thatsächlich für die Entwicklung von *Dinarda pygmaea* thätig sind.

Für *Dinarda pygmaea* lässt sich, weil sie eben die jüngste unserer *Dinarda*-Formen ist, verhältnismäßig leicht der Beweis erbringen, dass die Stammesentwicklung innerhalb der Gattung *Dinarda* gegenwärtig noch nicht abgeschlossen ist. Aber auch die bei *Formica exsecta* lebende *D. Hagensi* ist keineswegs in allen Gegenden zu finden, wo ihre Wirtsameise vorkommt; merkwürdigerweise lebt sie gerade in denselben Gegenden, wo auch die typische *D. pygmaea* bei *F. fuscorufibarbis* sich findet. Ein Beispiel hierfür bietet das rheinische Siebengebirge und der oberhalb desselben liegende Teil des Rheinthales.

Bei Linz a/Rh. traf ich sämtliche vier mitteleuropäische *Dinarda*-Formen bei ihren betreffenden Wirten, und zwar in großer Zahl: *D. dentata* bei *F. sanguinea*, *D. Märkeli* bei *F. rufa*, *D. Hagensi* bei *F. exsecta* und *D. pygmaea* bei *F. fusco-rufibarbis*; und zwar tragen jene vier *Dinarda*-Formen daselbst bereits ganz den Charakter echter Arten, indem sie keine Uebergänge untereinander aufweisen, sondern konstant voneinander getrennt sind. Aehnliche Verhältnisse liegen voraussichtlich überall dort vor, wo *D. pygmaea* entwickelt ist. Da *F. exsecta*[1]) überhaupt viel seltener ist als die übrigen einheimischen *Formica*-Arten und nur in gebirgigen Gegenden vorkommt, so begreift sich leicht, dass *D. Hagensi* bisher nur selten gefunden wurde. Aber gerade so, wie es sicher feststeht, dass es in Mitteleuropa große Gebiete giebt, in denen bei *F. fusco-rufibarbis* keine eigene *Dinarda*-Form lebt, so steht auch sicher fest, dass es entsprechende (wahrscheinlich mit ersteren identische) Gebiete giebt, in denen auch bei *F. exsecta* keine eigene *Dinarda* vorkommt. Als Beispiel hierfür kann ich aus eigener Erfahrung die Vorarlberger Alpen nennen. Dort ist *F. exsecta* häufig. Ich habe nun in den Jahren 1890—1892 eine große Anzahl *exsecta*-Haufen bei Feldkirch i. V., im oberen Lechthale und auf dem Arlbergpass bis auf den Grund durchgesiebt, ohne eine einzige *Dinarda* zu finden, obwohl *F. sanguinea* und *F. rufa* in derselben Gegend ihre eigenen *Dinarda* ebenso zahlreich beherbergen wie im Rheinland. Ich wollte um jeden Preis auch in Vorarlberg die beiden eigentümlichen *exsecta*-Gäste, *D. Hagensi* und *Thiasophila canaliculata* wiederfinden, die ich im Rheinland bei dieser Ameise gefunden hatte. Aber gerade diese beiden der *F. exsecta* speziell angepassten Formen waren in Vorarlberg nicht aufzutreiben; ich fand bei ihr dort nur solche Staphyliniden als Gäste, die sie auch im Rheinland mit *F. rufa* und *pratensis* gemein hat (*Oxypoda haemorrhoa*, *Atheta talpa*, *Nototheeta anceps* und *Leptacinus formicetorum*). Ebenso vergebens wie nach der *Dinarda Hagensi* bei *F. exsecta* suchte ich in Vorarlberg nach der *D. pygmaea* bei *F. fusco-rufibarbis*. Ich ärgerte mich damals nicht wenig darüber, weil ich die interessanten Gesetzmäßigkeiten noch nicht ahnte, die auch diesen negativen Befunden zu Grunde lagen. Dagegen ist *D. Hagensi* in Niederösterreich (von Ganglbauer) bei *F. exsecta* wiedergefunden worden, also in einem Gebiete, wo auch bei *F. fusco-rufibarbis* eine eigene *Dinarda*-Form lebt. Aber unter den niederösterreichischen *Hagensi* waren auch deren Uebergangsformen zu *dentata* vertreten, die im Rheinland mir nicht begegneten.

Wir können daher für die geographische Verteilung der mitteleuropäischen *Dinarda* folgende Sätze aufstellen:

1. *Formica fusco-rufibarbis* besitzt nicht in allen Teilen ihres geographischen Verbreitungsbezirks eine eigene *Dinarda*-Form,

1) Mit *F. pressilabris* als Rasse, die ich unter *exsecta* hier einbegreife.

sondern nur in einigen, während sie in anderen Teilen ihres Gebietes verschiedene Uebergangsformen von *dentata* zu *pygmaea* beherbergt, in anderen Teilen endlich gar keine *Dinarda* als Gast hat.

2. Auch *F. exsecta* besitzt nicht in allen Teilen ihres geographischen Verbreitungsbezirks eine eigene *Dinarda*-Form, sondern nur in bestimmten Teilen desselben.

3. Die Gebiete, in denen eine eigene *Dinarda*-Form bei *F. fusco-rufibarbis* und bei *F. exsecta* vorkommt, fallen wahrscheinlich zusammen.

4. Dagegen ist *D. dentata* bei *F. sanguinea* und *D. Märkeli* bei *F. rufa*[1]) in ganz Mitteleuropa zu finden[2]). Soweit mir bekannt, fehlen diese beiden *Dinarda*-Formen in keinem einzigen Teile des ungeheuren Verbreitungsgebietes dieser beiden paläarktischen *Formica*-Arten.

5. Die Anpassung von *D. dentata* an *F. sanguinea* und von *D. Märkeli* an *F. rufa* trägt somit den Charakter der lokalen Allgemeinheit, während die Anpassung von *D. pygmaea* an *F. fusco-rufibarbis* und von *D. Hagensi* an *F. exsecta* den Charakter der lokalen Beschränktheit trägt.

6. Die Anpassung von *D. dentata* an *F. sanguinea* und von *D. Märkeli* an *F. rufa* trägt somit das Gepräge eines höheren historischen Alters als die beiden letzteren Anpassungen.

7. Es giebt somit in dem paläarktischen *Dinarda*-Gebiete verschiedene Bezirke, in denen die spezifische Entwicklung der *Dinarda*-Formen verschieden weit vorangeschritten ist.

Am weitesten fortgeschritten ist sie dort, wo sämtliche vier *Dinarda*-Formen nach Art echter, scharfbegrenzter Species nebeneinander in derselben Gegend bei ihren entsprechenden Wirten vorkommen; weniger weit dort, wo bei *F. fusco-rufibarbis* und *exsecta* nur Uebergangsformen der *dentata* zu der betreffenden eigentümlichen *Dinarda*-Form sich finden; noch weniger weit endlich dort, wo nur *F. sanguinea* und *rufa* ihre *Dinarda* besitzen, während bei den übrigen *Formica*-Arten höchstens einzelne, von jenen beiden Ameisen zufällig zu ihnen übergelaufene Exemplare von *Dinarda* zu treffen sind[3]).

---

1) Einschließlich der Rasse *F. pratensis*, bei welcher in Schlesien (Roger!), Niederösterreich (Rupertsberger!) und Frankreich (Mesmin!) die *D. Märkeli* ebenfalls gefunden ward.

2) Wahrscheinlich auch in ganz Nordeuropa und Nord- und Mittelasien.

3) Diese Fälle gehören unter die „internationalen Beziehungen" der Ameisengäste (20). *Dinarda* betreffend nenne ich hier nur folgende, von mir selbst kontrollierte Beispiele aus freier Natur: Eine *Dinarda dentata* in einer Kolonie von *F. pratensis*, die in einem von *F. sanguinea* verlassenen Neste sich angesiedelt hatte (Holländisch-Limburg); zwei *D. dentata* in einem Neste von *F. rufa* (Vorarlberg, Klene!); eine *D. dentata* in einem Neste der typischen *F. rufibarbis* i. sp. (Holländisch-Limburg); eine *D. Märkeli* bei *F. sanguinea* (Holländisch-Limburg); eine *D. Märkeli* bei *F. fusca* (Schweiz, Forel!). Viel-

8. Suchen wir diese Bezirke näher zu bestimmen, so ergiebt sich folgendes:

Am weitesten fortgeschritten ist die spezifische Entwicklung der *Dinarda*-Formen in jenen Teilen des europäischen Kontinentalgebietes, die am Ende der letzten Eiszeit zuerst eisfrei und meerfrei wurden (Rheinthal oberhalb des Siebengebirges, ferner Niederösterreich, Schlesien, Böhmen u. s. w.). Am wenigtsen weit fortgeschritten ist sie dagegen in jenen Gebieten, die am längsten von Gletschereis einerseits oder vom Meere andererseits bedeckt blieben (z. B. im Gebiet der Centralalpen und an den nördlichen und den nordwestlichen Küsten Mitteleuropas). Zwischen diesen extremen Gebieten liegen die Uebergangsgebiete, in denen die Vierteilung der *Dinarda*-Formen durch Anpassung an die betreffenden Wirte erst jetzt sich allmählich vollzieht (z. B. Holländisch-Limburg zwischen dem Siebengebirge (der diluvialen Rheinmündung) und der heutigen Nordseeküste, Luxemburg zwischen dem diluvialen Gletschergebiet der Ardennen und Vogesen und dem Rheinthal).

Die unter Nr. 8 gegebene allgemeine Formulierung ist in ihrer Allgemeinheit allerdings noch hypothetisch. Aber hier gilt eben der Satz: tentando progredimur. Jedenfalls ist die hier gebotene Hypothese sachlich begründet und sachlich verifizierbar. Sie entzieht sich nicht, wie gewisse allgemeine phylogenetische Spekulationen, jeder Prüfung durch die Thatsachen, sondern sie wird durch den Fortschritt unserer biologischen und unserer geologischen Kenntnisse sich genau bestätigen lassen.

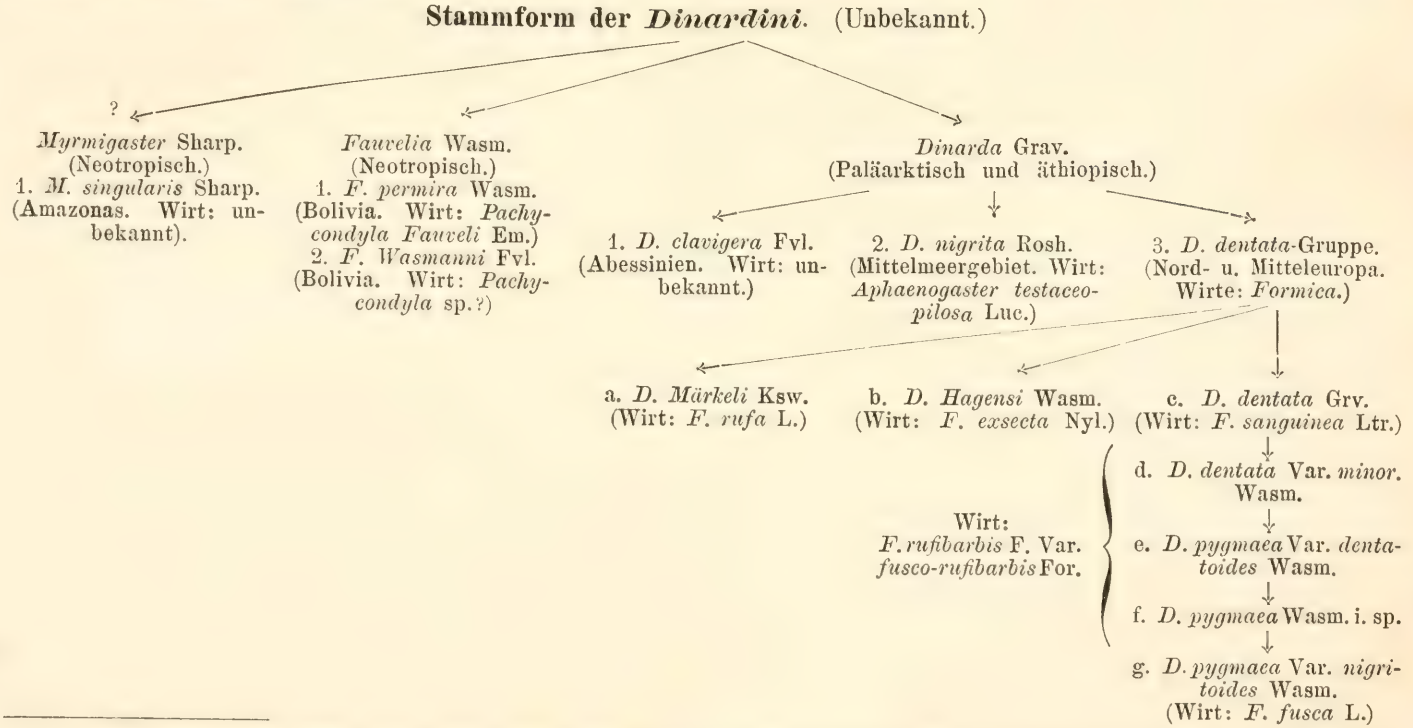
Eine denkende Naturforschung kann auf Hypothesen nicht verzichten, weil sie sonst zu einem bloßen Thatsachenmagazin würde. Deshalb kann sie auch auf entwicklungstheoretische Hypothesen nicht Verzicht leisten. Letztere sind jedoch wegen ihrer „Windigkeit" vielfach in gerechten Verruf gekommen, und nicht minder wegen des schmählichen Missbrauchs, den man mit ihnen von gewisser Seite getrieben hat und immer noch treibt, um sie als „Sturmbock gegen die christliche Weltanschauung" zu benützen. Fleischmann dürfte darin wohl recht haben, wenn er behauptet, dass die Entwicklungslehre gerade ihrer antitheistischen Tendenz — die man ihr gewaltsam aufdrängte — den größten Teil ihres Erfolges in manchen Kreisen zu verdanken habe. Aber auf derartige Erfolge braucht die Descendenztheorie wahrlich nicht stolz zu sein. Durch Tendenzwerke wie Haeckel's „Welträtsel" können nur Geister

leicht gehört hierher auch die von J. Sahlberg in Finnland bei *F. exsecta* gefundene *Dinarda „dentata"*, die ich wegen der Wirtsameise früher auf *Hagensi* bezog (**49**, S. 140).

niedrigsten Ranges für die Entwicklungslehre gewonnen werden, über deren Gefolgschaft sie sich eher zu schämen als zu freuen hat.

Das S. 707 gegebene Schema unterscheidet sich wesentlich von den Haeckel'schen Stammbäumen, welche du Bois Reymond nicht mit Unrecht wegen ihrer phantasievollen Kühnheit den Stammbäumen der homerischen Helden verglich. Soweit es sich in jener Tabelle um die Entwicklung der *dentata*-Gruppe handelt, wird man sie überhaupt nicht mehr als Hypothese bezeichnen dürfen, sondern einfach als einen schematischen Ausdruck der Beobachtungsthatsachen, die uns zugleich auch die nähere Erklärung für den genetischen Zusammenhang der betreffenden Formen angeben. Die Hypothese beginnt erst bei der Differenzierung der *D. dentata*-Gruppe von *D. nigrita* und *clavigera*; denn hier sind wir bereits auf Analogieschlüsse angewiesen, durch welche wir die innerhalb der *dentata*-Gruppe sich vollziehenden Entwicklungsvorgänge auf die Entstehung sämtlicher *Dinarda*-Arten bezw. auf die Differenzierung der Gattungen *Dinarda* und *Chitosa* aus einer gemeinsamen Stammform folgerichtig übertragen. Trotzdem kann man wohl auch diesen Abschnitt der Stammesentwicklung von *Dinarda* als nahezu sicher bezeichnen, obwohl wir die einzelnen Phasen des Prozesses nicht mehr genau zu verfolgen vermögen. Dagegen ist der genetische Zusammenhang der Gattung (*Dinarda* incl. *Chitosa*) mit den neotropischen Gattungen *Fauvelia* und *Myrmigaster* keineswegs ebenso zuverlässig. Die abessinische *D. clavigera* nähert sich zwar nach Fauvel in manchen Punkten auffallend der Gattung *Fauvelia* aus Bolivia und bildet somit ein morphologisches Mittelglied zwischen beiden Gattungen. Aber wir stoßen hier auf tiergeographische Schwierigkeiten, deren Lösung nur in einem ehemaligen Landzusammenhang zwischen dem äthiopischen und dem neotropischen Faunengebiet gefunden werden kann (Atlantis). Zudem wäre es ja denkbar, dass die neotropischen Gattungen *Fauvelia* und *Myrmigaster* einen gemeinsamen selbständigen Stamm darstellten, der mit der Stammform von *Dinarda* niemals direkt zusammenhing, sondern die Aehnlichkeit seines morphologischen Entwicklungsganges mit der letzteren bloß den analogen Anpassungsbedingungen des Trutztypus der myrmekophilen Aleocharinen zu verdanken hätte; es würde sich dann nur um eine auf biologischen Ursachen beruhende Konvergenzerscheinung zwischen zwei genetisch verschiedenen Stämmen handeln. Allerdings macht mir ein genauer Vergleich der Gattungen *Fauvelia* und *Dinarda* diese Annahme minder wahrscheinlich; die Uebereinstimmung ist eine so große und so vielseitige, dass wir eine wirkliche Stammesverwandtschaft beider Typen anzunehmen gedrängt sind. Vielleicht wird es uns später, wenn nähere Beobachtungen über die Lebensweise von *Fauvelia* vorliegen, sogar gelingen, ihre Verschiedenheiten von *Dinarda* ebenso einfach auf die Verschiedenheit der beiderseitigen Wirtsameisen zurückzuführen, wie

Zur Veranschaulichung der natürlichen Verwandtschaft und der Phylogenese der zur Gruppe der *Dinardini* gehörigen Formen möge folgende Tabelle dienen[1]).



1) „*Dinarda serricornis*“ Walk. aus Ceylon nehme ich in die Tabelle nicht auf, da dieselbe wahrscheinlich gar nicht zu den *Dinardini* gehört und generisch unbestimmbar ist.

wir dies für unsere mitteleuropäischen *Dinarda* jetzt bereits vermögen.

Auf Grund dieser Anhaltspunkte lässt sich die zeitliche Aufeinanderfolge der Entwicklung der *Dinardini* folgendermaßen skizzieren. (Vergl. auch den Nachtrag 2.)

Die Stammform der *Dinardini* war paläarktischen Ursprungs. Zuerst entwickelte sich die Gattung *Dinarda* auf Grund der Anpassung ihres Trutztypus an die *Formica*-Arten der paläarktischen Fauna. Der Zeitpunkt ihrer Entstehung lässt sich annähernd genau bestimmen: er liegt erst nach der definitiven Trennung Europas und Asiens von Nordamerika. Darüber kann kein Zweifel obwalten; denn keine einzige nordamerikanische *Formica*-Art der Gegenwart beherbergt eine *Dinarda*. Die Entwicklung der *Dinardini* ist somit geologisch jüngeren Datums als die Entwicklung der *Lomechusini* (*Lomechusa*-Gruppe), welche den Symphilentypus der *Aleocharini* in der arktischen Myrmekophilenfauna darstellen; denn die *Lomechusini* sind eine cirkumpolare Gruppe, die in Europa und Asien durch die Gattungen *Lomechusa* und *Atemeles*, in Nordamerika durch die Gattung *Xenodusa* vertreten ist. Unter diesen drei Gattungen ist wiederum *Lomechusa* die älteste und zugleich die am höchsten differenzierte, die heute noch ausschließlich bei *Formica* lebt und bei der auch die Stammform der *Lomechusini* gelebt haben muss. Diese ganze Gruppe ist nämlich als ein Züchtungsprodukt des Symphilieinstinktes der Gattung *Formica* aufzufassen, wie ich an anderer Stelle (**60**, S. 181 und 182) bereits nachgewiesen habe (vergl. auch Teil III und IV der vorliegenden Studie). Die Anpassungen von *Atemeles* an *Myrmica* und von *Xenodusa* an *Camponotus* sind erst späteren, sekundären Ursprungs. Dies ergiebt sich auch aus der Thatsache, dass das geographische Verbreitungsgebiet der *Lomechusini* mit demjenigen von *Formica* sich deckt, nicht aber mit demjenigen von *Myrmica* und noch viel weniger mit jenem von *Camponotus*; dies scheint mir mit Sicherheit anzudeuten, dass die *Lomechusini* ursprünglich ein Züchtungsprodukt der Gattung *Formica* sind. Thatsächlich lassen auch heute noch alle *Atemeles* ihre Larven bei *Formica*-Arten erziehen, während sie als Käfer den größten Teil ihres Lebens bei *Myrmica rubra* zubringen.

Da die *Lomechusini* geologisch älter sind als die *Dinardini*, ist es somit ganz unmöglich, die „echten Gäste" der ersteren Gruppe von den „indifferent geduldeten" der zweiten Gruppe phylogenetisch abzuleiten, so hübsch dies auch manchem scheinen könnte und so naheliegend die Versuchung dazu ist wegen der Aehnlichkeit der Gattungen *Dinarda* und *Lomechusa*, auf Grund deren *D. dentata* sogar ursprünglich als „*Lomechusa*" beschrieben wurde. Die *Lomechusini* müssen vielmehr unmittelbar auf einen Zweig der sehr alten, schon aus dem Tertiär nachgewiesenen Gattung *Myrmedonia* zurückgeführt werden,

während *Dinarda* sehr wahrscheinlich mit *Thiasophila* stammesverwandt ist, die wir im ganzen holarktischen Gebiete gegenwärtig noch als Ameisengast finden. Für letztere Verwandtschaft spricht neben der Aehnlichkeit des Habitus beider Gattungen namentlich die sehr ähnliche Zungenbildung, die bei den Aleocharinen von größter Wichtigkeit für die Feststellung der wirklichen Verwandtschaftsbeziehungen ist. Auch die Tarsenbildung beider Gattungen gleicht sich, zumal bei *Dinarda* auch die Vorderfüße wie bei *Thiasophila* fünfgliederig sind, nicht viergliederig, wie man früher meinte. Dagegen ist die zwischen *Dinarda* und *Atemeles* (*Lomechusini*) bestehende Aehnlichkeit eine bloße Konvergenzerscheinung, die auf der Form und Breite des Halsschildes beruht, also auf einem von der Anpassung direkt beeinflussten Charakter.

Innerhalb der Gruppe der *Dinardini* muss sich zuerst die Gattung *Dinarda* im nördlichen Teile der alten Welt entwickelt haben und zwar erst nach dem Untergang der tertiären Landbrücke, die in Ostasien den Norden der beiden Erdhälften verband. Wie erfolgte nun ihre Weiterentwicklung? Wahrscheinlich auf demselben Wege wie heute, vermutlich aber bei dem rascheren Wechsel der klimatischen Verhältnisse im Diluvium, welcher einen entsprechend raschen Wirtswechsel der Myrmekophilen (durch Einwanderung neuer Ameisenarten oder Zurückweichen älterer) mit sich brachte, doch in einem vielfach rascheren Tempo. Zuerst wird durch Anpassung an die verschiedenen *Formica*-Arten die *dentata*-Gruppe ihre Entwicklung begonnen haben, dann erst zweigte sich von ihr die *nigrita*-Form und zuletzt die *clavigera*-Form ab. Die letzteren bilden gleichsam nach Süden vorgeschobene Ausläufer der arktischen *dentata*-Gruppe. Es ist sogar recht wahrscheinlich, dass *D. nigrita* unmittelbar aus einer mit *D. pygmaea* Var. *nigritoides* analogen Form entstanden ist. Aus einer mit dieser identischen Form kann sie selbstverständlich nicht hervorgegangen sein, weil wir oben nachgewiesen haben, dass die *D. pygmaea* Var. *nigritoides* unter allen mitteleuropäischen *Dinarda*-Formen thatsächlich die jüngste ist, während *D. nigrita* schon längst eine scharf begrenzte Art, ja sogar eine eigene Gattung (*Chitosa*) bildet. Aber es ist sehr leicht denkbar, dass ein ähnlicher Anpassungsprozess, wie derjenige, der gegenwärtig zur Bildung der dunkelsten Varietät von *pygmaea* und dadurch zu der scheinbaren Annäherung der *dentata*-Gruppe an *nigrita* führt, bereits früher einmal wirklich von einer *dentata*-ähnlichen Form zur Entstehung von *nigrita* geführt habe, jedoch, wie schon oben angedeutet wurde, in einer relativ kürzeren Zeit. Es brauchte nur infolge eines klimatischen Wechsels *Aphaenogaster testaceopilosa* ihr Gebiet weiter nach Norden auszudehnen, in ein *Dinarda*-reiches Gebiet von *Formica* einzudringen und diese Wirte zu verdrängen. Dafür, dass von den zu *Aphaenogaster testaceo-*

pilosa überlaufenden *Dinarda* nur jene auf die Dauer sich erhalten konnten, welche der *nigrita*-Form sich näherten, war bereits durch die heute noch geltenden Anpassungsgesetze hinreichend gesorgt. Hierdurch ward aber ein viel energischerer äußerer Stimulus zur Entwicklung von *D. nigrita* geboten, als er gegenwärtig unter den konstanteren klimatischen und deshalb auch konstanteren biologischen Verhältnissen vorliegt.

Wenn wir demnach *D. nigrita* von der *dentata*-Gruppe ableiten können, so steht auch nichts im Wege, dieselbe Ableitung für die noch südlichere *D. clavigera* aus der *nigrita*-Form anzunehmen, welche ebenfalls in dem Wechsel der Wirtsameisen infolge klimatischer Veränderungen ihre äußere bestimmende Ursache finden konnte. Bei der Ableitung der neotropischen Gattung *Fauvelia* aus einer mit *D. clavigera* verwandten Form stoßen wir allerdings auf größere Schwierigkeiten. Dieselben scheinen jedoch nicht unüberwindlich — wenn damals noch eine Landbrücke zwischen dem äthiopischen und dem neotropischen Gebiete bestand! Hier liegt, wie schon oben angedeutet wurde, der eigentliche Stein des Anstoßes für eine einheitliche Stammesentwicklung der *Dinardini*, der um so bedenklicher ist, als die Gattung *Dinarda* im paläarktischen Gebiete erst entstanden sein konnte nach dem Untergang der nördlichen Landbrücken zwischen dem paläarktischen und dem nearktischen Gebiet. Gegen eine weitere Differenzierung der neotropischen *Dinardini* (*Fauvelia*, *Myrmigaster*) und vielleicht noch anderer unentdeckter Formen [1]) auf Grund ihrer Anpassung an verschiedene Wirtsgattungen und Arten liegen keine weiteren Schwierigkeiten vor.

Ein Skeptiker könnte gegen die eben skizzierte hypothetische Entwicklung der *Dinardini* einwenden, es sei ja gar nicht bewiesen, dass dieselbe in der paläarktischen Region angefangen und in der neotropischen geendet habe; sie könnte ja gerade so gut in umgekehrter Reihenfolge vor sich gegangen sein. Dieser Einwand mag allerdings auf viele darwinistische Stammesreihen zutreffen, in denen die Form *a* von der Form *b* abgeleitet wird, während man mit demselben Rechte *b* von *a* ableiten könnte. Ist eine Entwicklungsreihe umkehrbar, so ist dies ein sicherer Beweis dafür, dass sie nichts wert ist, dass sie mehr auf phantastische Kombinationen als auf Thatsachen sich stützt.

---

1) Die neue Gattung *Dinardilla* Wasm., die von P. J. Schmitt O. S. B. in Cotopaxi (Colorado) bei *Liometopum microcephalum* Var. *occidentalis* Em. kürzlich entdeckt wurde, gehört, nach der Zungenbildung zu urteilen, nicht zur Gruppe der *Dinardini*; sie ist wahrscheinlich mit der neotropischen Gattung *Euthorax* Sol. (*Myrmecochara* Kr.) stammesverwandt, und die Aehnlichkeit ihrer Körperform und Fühlerbildung mit *Dinarda* dürfte eine auf dem Trutztypus beruhende Konvergenzerscheinung sein. Vergl. Wien. Ent.-Ztg., 1901, 7. Heft, S. 145.

Für unseren Fall trifft dies jedoch nicht zu. Wir können aus der geographischen Verbreitung der *Dinardini* zuverlässig darthun, dass, falls eine einheitliche Stammesentwicklung derselben vorliegt, ihr Ausgangspunkt in der paläarktischen Region und nicht in der neotropischen Region zu suchen ist; denn erstens ist das ganze paläarktische Gebiet im Besitz von *Dinarda,* während die neotropischen *Dinardini* gleichsam nur spärliche Inseln innerhalb ihres Faunengebietes darstellen. Zweitens. Die nächsten systematischen Verwandten der *Dinardini* sind (s. o. S. 709) in der Gattung *Thiasophila* zu suchen, die das paläarktische und nearktische Gebiet bewohnt, im neotropischen dagegen fehlt. *Fauvelia* und die übrigen neotropischen *Dinardini* bilden ein völlig fremdes Element in der neotropischen Aleocharinenfauna; also müssen sie erst später in dieselbe eingewandert sein. Drittens. *Pachycondyla,* die Wirtsgattung von *Fauvelia*, breitet sich durch Süd- und Mittelamerika bis in die Südstaaten der Nordamerikanischen Union aus (bis nach Texas, Wheeler!). Wäre das neotropische Gebiet die Urheimat der *Dinardini,* so müsste die bolivianische Gattung *Fauvelia* auch im ganzen neotropischen Gebiet zu Hause sein, gerade so wie *Dinarda* im ganzen paläarktischen Gebiet zu Hause ist. Wir sind daher genötigt, die neotropischen *Dinardini* als die letzten Ausläufer des paläarktischen Stammes anzusehen, falls eine einheitliche Stammesentwicklung in dieser Aleocharinengruppe stattgefunden hat. (Vergl. auch den Nachtrag 2.)

Es ist bei entwicklungstheoretischen Skizzen meines Erachtens von großer Wichtigkeit, ebenso ehrlich das *contra* wie das *pro* der betreffenden Hypothese zu erörtern und stets genau anzugeben, wie weit die betreffende Hypothese noch auf thatsächlichem Boden ruht oder nicht. Sonst leistet man der Entwicklungstheorie keinen Dienst, sondern giebt nur ihren Gegnern willkommenen Anlass, die „luftigen Hypothesen" zu kritisieren. Das dürfte bei der vorliegenden Untersuchung wohl vermieden sein. Vielleicht trägt sie dazu bei, die Ansicht zu befestigen, dass die Entwicklungstheorie ebensowenig mehr als „Wauwau" für einen konservativ gesinnten Naturforscher gelten darf, wie sie andererseits nicht als Spielball für phantastische Hypothesenmacherei dienen soll, deren Zweck vielfach nur die Bekämpfung der von ihren Gegnern völlig missverstandenen und zu einem Zerrbilde verunstalteten theistischen Weltanschauung ist. (Fortsetzung folgt.)

Der Gang des Menschen.

Von **R. F. Fuchs.**

Die nachfolgenden Auseinandersetzungen über den Gang des Menschen enthalten im wesentlichen eine kritische Darstellung der von W. Braune und O. Fischer gemeinsam begonnenen und von Fischer fortgesetzten

Untersuchungen über den Gang des Menschen. Gleichzeitig soll aber auch der Standpunkt Hermann von Meyer's in dieser Frage Berücksichtigung finden und schließlich sollen auch die diesbezüglichen Arbeiten anderer Autoren kurz angeführt werden.

Seit den exakten Untersuchungen der Brüder Weber[1]) ist das Studium des Ganges niemals mehr aus dem Bereiche der Experimentaluntersuchungen verschwunden. Trotz der vielfachen Versuche verschiedener Autoren wird man immer wieder auf die Weber'schen Untersuchungen zurückgreifen müssen, weil sie die erste exakte Analyse des Ganges darstellen. Der Wert dieser grundlegenden Arbeit kann durch die neueren Untersuchungen durchaus nicht verringert werden, wenngleich diese uns lehren, dass einige oder mehrere wesentliche Grundgesetze, wie sie von den Brüdern Weber formuliert worden sind, nicht zurecht bestehen. So lange sich die Einwände gegen die Weber'sche Theorie des Gehens nur auf rein spekulative Ueberlegungen stützten, konnten die Weber'schen Anschauungen nicht als definitiv widerlegt angesehen werden. Ja selbst die Diskussion über die Frage, ob das schwingende Bein sich einfach wie ein Pendel (Doppelpendel oder gegliedertes Pendel) verhalte, oder ob diese Schwingung durch Muskelkräfte mitbedingt ist, konnte bis heute zu keinem allgemein anerkannten Abschluss gebracht werden. So finden wir denn auch in den Lehrbüchern der Physiologie die Weber'sche Theorie des Gehens, Laufens und Springens noch immer als die herrschende.

Zwei prinzipielle Gesichtspunkte giebt es, von welchen aus wir das Zustandekommen des Ganges untersuchen können. Das häufiger angewendete Untersuchungsprinzip ist das der direkten Beobachtung gehender Individuen, und ihm folgten mit verschieden vollkommenen Hilfsmitteln die Brüder Weber, Marey, Carlet, Vierordt, Braune und Fischer u. a.

Von ganz anderen Gesichtspunkten aus hat Hermann von Meyer das Zustandekommen des menschlichen Ganges analysiert. Der menschliche Gang ist nur durch das Zusammenwirken sehr vieler Apparate möglich; er ist also ein höchst komplizierter Vorgang, der noch dadurch verwickelter wird, weil jeder Mensch seinen charakteristischen Gang hat, der aber vielfach wechseln kann. Meyer sagt darüber in seiner „Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes" (Leipzig 1873) folgendes: „Nicht nur wird ein jedes Individuum je nach Laune oder Umständen in der Anwendungsweise der einzelnen Hilfsmittel wechseln und zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Weise gehen; — sondern es werden auch bei den einzelnen Individuen gewisse Formen der Kombinationen in den Hilfsmitteln habituell werden müssen und damit

1) Wilhelm Weber und Eduard Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen 1836.

einem jeden ein individueller Gang zukommen, wie eine individuelle Sprechweise und eine individuelle Handschrift". Und in einem späteren Aufsatze[1]) sagt er rund heraus: „Ein jeder geht wie er kann und mag". Aehnliche Anschauungen haben ja auch die Brüder Weber und spätere Autoren geäußert, indem die ersteren schon in der Vorrede zu ihrer Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge erklären: „man könnte zweifeln, dass es überhaupt möglich sei, vom Gehen und Laufen eine Theorie zu geben, da wir keine Gehmaschinen sind und also diese Bewegungen durch die Freiheit unseres Willens sehr mannigfach abgeändert werden". Nichtsdestoweniger nehmen die Brüder Weber und alle jene Autoren, welche sich der direkten Beobachtung gehender Individuen zuwandten, einen typischen Gang an. Wenn die Brüder Weber zu wiederholtenmalen den Versuch machen, eine strikte Definition des typischen oder „normalen" Ganges zu geben, so zeigt gerade diese, wie schwer, ja unmöglich es wäre, auf Grund derselben zu einer klaren, eindeutigen Vorstellung zu kommen, denn sie „verstehen unter dem normalen Gange oder Laufe denjenigen, wo man mit der geringsten Muskelkraft den Zweck einer möglichst gleichmäßigen, von der horizontalen Bewegung wenig abweichenden Bewegung erreicht". Dieses Resultat kann aber meiner Meinung nach auf die verschiedenste Weise erfüllt werden; die Muskelkombinationen, welche verschiedene Individuen zu diesem Zwecke in Aktion versetzen, sind sicherlich sehr verschiedene.

H. von Meyer's oben angeführte Anschauungen führten ihn zur Erkenntnis[2]), „dass es überhaupt keinen typischen Gang geben kann und das einzig Typische, was sich in dem Gange der verschiedenen Individuen erkennen lässt, das ist, dass alle sich mit Hilfe der Beine vorwärts bewegen. Sodann aber muss gefunden werden, dass man, um die Erscheinungsweise des Ganges richtig zu verstehen, die einzelnen Mechanismen, aus welchen sich derselbe zusammensetzt, genauer untersuchen muss, wodurch allein der Schlüssel zu allen verschiedenen Gangarten sich gewinnen lässt". Deshalb untersuchte v. Meyer die einzelnen Elemente der Gangbewegung, gestützt auf die Mechanismen der Gelenke und auf die Notwendigkeit der Unterstützung des Schwerpunktes, um einen Hinweis darauf zu geben, wie diese Elemente sich in verschiedener Weise an der Gangbewegung beteiligen können und welche verschiedenen Individualitäten des Ganges daraus entspringen. In seinem zusammenfassenden Werke „die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes" giebt von Meyer aber zu, dass, trotzdem eine typische Art des Ganges nicht aufgestellt werden kann, dennoch bei der Mehrzahl der In-

1) H. v. Meyer: Die Mechanik des menschlichen Ganges. Biologisches Centralblatt Bd. I, 1881—1882.

2) H. v. Meyer: Biol. Centralbl. Bd. 1, 1881—1882.

dividuen dieselben Hauptgrundsätze für das Zustandekommen des Ganges beobachtet werden, denn der individuelle Gang wird immer nur hervorgebracht durch die verschiedenartige Kombination der einzelnen Elemente.

Es würde zu weit führen, eine eingehendere Darstellung der Meyer'schen Elemente des Ganges zu geben, ich muss mich vielmehr nur mit einer ganz kurzen Rekapitulation der Grundprinzipien begnügen. Das wesentlichste Grundprinzip jeder lokomotorischen Thätigkeit ist darin gegeben, dass das auf dem Boden stehende Bein, respektive dessen Fuß den Gesamtschwerpunkt des Körpers so lange unterstützt, bis der andere Fuß (des schwingenden Beines) mit dem Boden in Berührung gebracht und im stande ist, seinerseits die Unterstützung des Schwerpunktes zu übernehmen. Eine Ausnahme von dieser Regel besteht z. B. beim Sprunglauf und Sprung, wo der Körper für eine kurze Zeit jeder Unterstützung entbehrt. Für gewöhnlich nimmt das vorgesetzte Bein die Schwerlinie nicht unmittelbar auf, es befindet sich vielmehr vor dieser, erst durch die weitere Aktion des hinteren (stemmenden) Beines wird der Schwerpunkt so weit nach vorn geschoben, dass er sich über der Fußfläche des vorderen Beines befindet. Hat das vordere, stützende Bein die gesamte Körperlast übernommen, dann beginnt es seinerseits die weitere lokomotorische Aktion, das heisst, es überträgt durch eine stemmende Bewegung den Schwerpunkt wieder auf das andere inzwischen vorgesetzte Bein. Nach v. Meyer ist der „menschliche Gang aber dadurch ausgezeichnet, dass bei ihm der Schwerpunkt nicht mit Notwendigkeit stets unterstützt ist und dass deswegen gewisse Eigentümlichkeiten in demselben hervortreten müssen, welche ihn zu einer verhältnismäßig komplizierten Bewegung machen". Diese Eigentümlichkeiten sind zum Teile dadurch bedingt, dass die vorhandenen Unterstützungsflächen (Füße) relativ kleine sind, weshalb sehr komplizierte Mechanismen des Körpers zur Aequilibrirung herangezogen werden müssen. Dann muss auch noch der zeitweise Mangel jeder Unterstützung ausgeglichen und im Sinne der Vorwärtsbewegung ausgenützt werden. Aus diesen Verhältnissen resultiert eine verhältnismäßig große Anzahl von Gangarten, weil zur Erreichung des angestrebten Zweckes zahlreiche Möglichkeiten gegeben sind.

Im wesentlichen giebt es zwei Formen der Bewegung, je nachdem der fördernde Kreisbogen in einer senkrecht gestellten Ebene (parallel zur Fortbewegungsebene), oder in einer horizontalen (senkrecht zur Fortbewegungsrichtung) beschrieben wird. Durch den senkrechten (vertikalen) Bogen wird der Oberschenkelkopf und mit ihm der von demselben getragene Rumpf nach vorn bewegt, denn er hat in seiner einfachsten Form seine Axe im Fußgelenke. Dagegen hat der horizontale Bogen, welcher sich am Zustandekommen des menschlichen

Ganges in verschiedenem Ausmaße beteiligen kann, seinen Mittelpunkt im Oberschenkelkopfe (bei den Sauriern z. B. im Kniegelenke), um den sich das Becken so dreht, dass dessen entsprechende dem als Drehpunkt fungierenden Oberschenkelkopfe gegenüberliegende Seite nach vorn bewegt wird; Radius dieses Bogens ist demnach der Querdurchmesser des Beckens. Der horizontale Bogen ist im großen und ganzen nur wenig variabel, seine wesentlichsten Veränderungen beziehen sich nur auf den Gradwert der horizontalen Drehungen. Gegenüber dieser relativen Konstanz des horizontalen Bogens zeigt der vertikale Bogen nach mehreren Seiten hin beträchtliche Modifikationen. Vor allem ist er bedeutend vergrößerungsfähig, indem er sowohl nach vorn als nach hinten ergänzt werden kann; und je nachdem das den Bogen beschreibende (stützende) Bein den Schwerpunkt unterstützt oder nicht, teilt man den vertikalen Bogen in einen Haupt-, vorderen und hinteren Ergänzungsbogen. Nur während der Ausführung des Hauptbogens ist der Schwerpunkt vom tragenden Beine unterstützt. Dagegen fällt die Schwerlinie während der Ausführung des hinteren Ergänzungsbogens hinter den aufgesetzten Fuß und während der Dauer des vorderen Ergänzungsbogens hat sie bereits die Unterstützungsfläche wieder verlassen. Der vordere Ergänzungsbogen ist also im wesentlichen ein Fallbogen, dessen Mittelpunkt in einem der verschiedenen Gelenke der Extremität liegen kann. Sobald die Schwere dem tragenden Fuße übergeben ist, kann das hintere Bein vom Boden abgelöst werden und seine Schwingung nach vorn vollführen. Während der Schwingung des einen Beines beschreibt das andere den Hauptbogen. Nach Beendigung des letzteren findet der Schwerpunkt keine Unterstützung und fällt deshalb so lange, bis das unterdessen aufgesetzte Bein das weitere Fallen verhindert. Zieht man dann noch in Rechnung, dass für den vertikalen Bogen nicht nur verschiedene Mittelpunkte möglich sind, dass zu dessen Ausführung auch noch verschiedene Muskelkombinationen in Aktion versetzt werden können, so ergiebt sich eine große Anzahl von Varietäten der Ausführung des vertikalen Bogens.

Das zweite Hauptelement für die Fortbewegung ist in dem Vorsetzen des hinten gebliebenen Beines gegeben. Wie bereits erwähnt, schwingt das hintere Bein während der Ausführung des Hauptbogens durch das andere Bein nach vorwärts, da zu dieser Zeit der Schwerpunkt vom tragenden Bein hinlänglich unterstützt ist. Nach v. Meyer geschieht diese Schwingung trotz ihrer äußeren Aehnlichkeit mit einer Pendelbewegung durchaus nicht rein nach den Pendelgesetzen. Zwar leugnet v. Meyer den Anteil, welchen die Schwere an der Bewegung des nach vorn schwingenden Beines hat, keineswegs, er beschränkt jedoch ihre Wir-

kung nur auf den absteigenden Teil des Schwingungsbogens, aber das Ueberschreiten der stabilen Gleichgewichtslage infolge der Trägheit des schwingenden Beines kann wegen der Muskelmassen, welche das Hüftgelenk umgeben, nur eine sehr geringe sein. Jedenfalls wäre aus diesen Gründen die Trägheit nicht im stande, eine aufsteigende Bewegung des schwingenden Beines herbeizuführen, diese erscheint vielmehr als die vereinigte Wirkung der Streckbewegung des Beckens auf dem tragenden Beine und einer durch diese unterstützten accelerierten Pendelbewegung. In der That findet auch während des Schwingens des einen Beines eine Streckung des Beckens gegen das tragende Bein statt, denn im Momente, wo das hintere Bein zu schwingen anfängt, ist das Becken gegen das tragende Bein mehr oder weniger stark gebeugt, während beim Aufsetzen des schwingenden Beines das Becken in Streckstellung zum tragenden Beine sich befindet. Ueberdies muss man meiner Meinung nach auch bedenken, dass es eine vollständige Erschlaffung aller über das Hüftgelenk ziehender Muskeln nicht geben kann, selbst dann nicht, wenn der Muskeltonus auch noch so sehr herabgesetzt wäre. Schon deshalb kann von keiner freien Pendelung des Beines die Rede sein. Die Brüder Weber haben in ihrer Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge eine solche Erschlaffung ganz willkürlich angenommen, um das Gesetz der Pendelbewegung des nach vorn schwingenden Beines stützen zu können. Die Brüder Weber mussten aber selbst bekennen, dass zur Vollführung der pendelartigen Schwingung das Bein beim jedesmaligen Durchgang durch die vertikale Lage (Gleichgewichtslage) eines wenn auch kleinen Impulses von außen her bedurfte, um die angenommene Pendelbewegung zu vollführen. v. Meyer meint, dass dieser jeweilige Impuls durch die Muskelaktion beim Strecken des Beckens dem schwingenden Beine erteilt werde. Die Pendeltheorie der Brüder Weber ist mit mehr oder weniger Glück von den verschiedensten Autoren meiner Meinung nach mit Recht bekämpft worden. Ich will nur einige Autoren kurz anführen. Duchenne[1]) hält gleichfalls wie v. Meyer die Vorwärtsbewegung des schwingenden Beines für eine durch Einmischung willkürlicher Muskelaktion beschleunigte Pendelbewegung. Ebenso spricht sich Carlet[2]) gegen die Pendeltheorie aus, er will die Vorwärtsbewegung nur von Muskelthätigkeit herleiten. Marey[3]) fand, dass die Geschwindigkeit des vorwärts schwingenden Beines im wesentlichen eine durchwegs gleichmäßige sei, während die Pendel-

1) G. B. Duchenne: Physiologie des mouvements, Paris 1867.

2) Carlet: Essai experimental sur la locomotion humaine, étude de la marche. Annales des scienc. naturel. V. Série, Zoologie 1872.

3) Marey: Travaux du laboratoire de M. Marey Année 1875. Citiert nach Grünhagen, Lehrbuch d. Physiologie, Bd. III, Hamburg, Leipzig 1887.

schwingung eine periodisch beschleunigte und verlangsamte ist. Marey macht aber darauf aufmerksam, dass die von ihm verzeichneten Fußbewegungen nicht allein die des schwingenden Beines, sondern auch die fortschreitende Bewegung des Beckens zum Ausdruck bringt, weshalb die Marey'schen Einwände gegen die Pendeltheorie angreifbar erscheinen könnten. Auch Vierordt[1]) spricht sich ganz entschieden gegen die reine Pendeltheorie aus.

Mögen sich auch viele der erhobenen Einwände auf bloße Ueberlegung stützen, ohne einen direkten ad hoc angestellten experimentellen Beweis zu erbringen, so sind sie deshalb doch nicht so ohne weiteres von der Hand zu weisen, wie Braune und Fischer[2]) es anscheinend thun. Zudem muss der Versuch der letztgenannten Autoren, zu beweisen, dass die Brüder Weber die Frage der Muskelwirkung beim Vorwärtsschwingen des Beines offen gelassen hätten, als nicht zutreffend bezeichnet werden. Denn einmal sagen die Brüder Weber, es „erleichtert die ausschließliche Wirksamkeit der Schwere, durch die es (sc. das Bein) dahin (sc. nach vorn) gebracht wurde, die genaue Wiederholung der Schritte". An einer anderen Stelle heisst es: „Ueber das Gelenk laufen vom Bein zum Rumpfe so bedeutende Muskelstränge hin, die sich zum Teil mit einer so großen Fläche am Becken befestigen, dass man glauben könnte, dass diese Muskel jede pendelartige Schwingung hemmen müssen. Dass ist nicht der Fall"; ferner sagen sie: „Eine geringe Elastizität der Bänder und Muskeln, die das Bein mit dem Rumpfe verbinden und eine ungleiche Verkürzung des Beines müsste so geringe Abänderungen der Schwingungsdauer bewirken und wir haben keinen Grund, zu vermuten, dass die Lebenskraft der Muskel darauf (sc. auf die Schwingung des Beines) Einfluss gehabt hätte". Ueberhaupt finden sich in dem Weber'schen Werke noch eine ganze Reihe von Aeußerungen, aus denen unzweifelhaft hervorgeht, dass die Brüder Weber das treibende Moment für die ganze Schwingung nur in der Schwere des gehobenen Beines erblicken wollten und die Bewegung thatsächlich als Pendelschwingung auffassten. Die Muskelaktion, welche während der Pendelung des Beines statt hat, ist ihnen etwas sekundäres, accessorisches, sie dient nur zur Verkürzung des Beines, um das Aufstoßen desselben auf dem Boden zu verhindern und die zweite Muskelaktion ist die plötzliche willkürliche Beendigung des Schrittes, eine Anschauung, die wohl heute kaum jemand anerkennen dürfte. Von einer Muskelwirkung als treibenden oder unterstützenden Moment der Vorwärtsbewegung des schwingenden Beines ist nirgends die Rede.

1) Vierordt: Das Gehen des Menschen in gesunden und kranken Zuständen. Tübingen 1881.

2) W. Braune u. O. Fischer: Der Gang des Menschen. I. T. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XXI, Nr. 4. Leipzig 1895.

Das dritte wesentliche Element des Ganges stellen nach v. Meyer diejenigen Thätigkeiten dar, welche die Aequilibrierung des Körpers auf einem Beine ermöglichen. Aber auch hier ist eine große Mannigfaltigkeit zu konstatieren, indem einmal verschiedene Muskelkombinationen zur Erreichung dieses Zweckes in Thätigkeit versetzt werden können, außerdem können die Aequilibrierbewegungen in sehr verschiedenen Gelenken ausgeführt werden. Ferner weist v. Meyer noch auf die den Gangmechanismus wesentlich ergänzenden Aktionen des Körpers hin. Als minder wichtig werden die Armbewegungen geschildert, dagegen wird der Lendenwirbelsäule respektive deren Muskulatur eine sehr wichtige und beträchtliche Thätigkeit zuerkannt. Mit jedem Vorsetzen des hinteren Beines ist eine kräftige Aktion des Musculus sacrolumbalis verbunden, welche im Interesse der Aufrechthaltung des Körpers die Lendengegend stark einknickt. Diese Muskelaktion ist ein integrierender Teil eines jeden Schrittes.

Aus den verschiedenen Kombinationen der einzelnen Elemente entstehen die verschiedensten Arten des Ganges; in erster Linie kommen die einzelnen bogenförmigen in Frage, aus denen die Fortbewegungslinie zusammengesetzt ist. Für gewöhnlich wird eine Kombination des vertikalen und horizontalen Bogens angewendet, letzterer gestattet unter bestimmten Verhältnissen eine bequeme Vergrößerung der Schritte. Außerdem wird vom horizontalen Bogen auch dann ausgiebigerer Gebrauch gemacht, wenn die Ausführung des vertikalen Bogens erschwert oder verhindert ist; das kann sowohl unter normalen als unter pathologischen Bedingungen der Fall sein. Schließlich sei noch erwähnt, dass die einzelnen Abschnitte des Hauptbogens für sich allein zur Fortbewegung dienen können, wodurch wieder neue Variationen des Ganges entstehen. Der gebräuchliche Gang kommt auf die Weise zu stande, dass neben den genauer geschilderten Bogenelementen noch die Aktion des Musculus sacrolumbalis für die Aufrichtung des Rumpfes in die Gangbewegung aufgenommen wird, „weshalb das zurückbleibende (hintere) Bein nicht in allen Teilen gestreckt ist, sondern eine Kniebeugung zeigt und in dem auf die Zehen erhobenen Fuße eine mehr oder weniger bemerkbare Streckung des Fußgelenkes. Schwingt das hintere Bein dann nach vorn, so behält es die Kniebeugung und wird mit dieser auf den Boden gesetzt. Wenn es dann die Belastung durch die Schwere aufgenommen hat, und es findet die Aufrichtung des Beckens auf demselben statt, so tritt während der Ausführung des Hauptbogens vorübergehend als sekundäre Wirkung der Strecker des Hüftgelenkes eine vorübergehende Streckung des Knies auf, welche den Rumpf soviel erhebt, dass das Vorwärtsschwingen des freien Beines dadurch mehr Spielraum gewinnt".

Damit habe ich die Hauptpunkte der Meyer'schen Unter-

suchungen skizziert. Wenn dies etwas ausführlicher geschehen ist, als nötig erscheinen könnte, so möchte ich darauf hinweisen, dass gerade die Meyer'schen Anschauungen weniger bekannt sind und in den gebräuchlichen Lehrbüchern der Physiologie nicht jene Berücksichtigung gefunden haben, die sie verdienen. (Eine Ausnahme bildet z. B. das Grünhagen'sche Lehrbuch.) Die meisten Lehrbücher stehen noch ganz auf dem Boden der Weber'schen Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge, als deren weitere moderne Ausgestaltung die umfangreichen Untersuchungen von Marey, sowie Braune und Fischer Aufnahme gefunden haben. Aus diesen Gründen kann von einer Uebersicht über die Ergebnisse der Weber'schen Fundamentalarbeiten abgesehen werden, da dieselben als allgemein bekannt vorausgesetzt werden dürfen. Ich kann dies aber um so mehr thun, als sich bei der Besprechung der Braune-Fischer'schen Untersuchungen, namentlich des dritten Teiles der Fischer'schen Arbeit über den Gang des Menschen Gelegenheit finden wird, auf die Weber'sche Mechanik zurückzukommen.

Man kann sagen, dass die Brüder Weber mit den von ihnen aufgestellten Sätzen die äußere Erscheinungsweise des Ganges, soweit sie ihnen mit ihren Hilfsmitteln erkennbar war, möglichst genau beschrieben und teilweise motiviert haben, wobei auch diejenigen Varietäten des Ganges Berücksichtigung gefunden haben, welche durch schnellen oder langsamen Gang, lange oder kurze Schritte u. s. w. bedingt sind.

Nach den Brüdern Weber hat Carlet[1]) im Marey'schen Laboratorium die Gehbewegung mit Hilfe der graphischen Methodik studiert. Die Methode selbst ist nicht geeignet, einen unbeeinflussten Gang zu stande kommen zu lassen, es kann sich bei diesen Versuchen nur um einen erzwungenen Gang handeln, der durch die Registriermethode wesentlich beeinflusst war. In der Anwendung der graphischen Methodik liegt wohl das Hauptverdienst der Carlet'schen Arbeit, weil dieselbe zum Ausgangspunkte vieler später verbesserter Untersuchungsmethoden wurde, während die Einzelresultate meist schon Bekanntes der Weber'schen Untersuchungen bestätigen. Immerhin ist die Carlet'sche Untersuchung schon deshalb interessant, weil sie die erste graphische Darstellung der räumlichen Schwankungen der Regio pubis und des Trochanters während des Gehens bietet. Sowohl die Brüder Weber als auch v. Meyer hatten die räumliche Bewegung eines Beckenpunktes während des Ganges erkannt, wenn sie auch über die Form der Bewegungskurve keine strikten Angaben machen konnten. Für v. Meyer ist diese Bewegung sogar eine selbstverständliche Notwendigkeit, welche durch die

1) Carlet l. c.

gleichzeitige Kombination des horizontalen und vertikalen Bogens beim Gange bedingt ist, ebenso selbstverständlich sind für ihn die räumlichen Schwankungen des Körpers während des Gehens. Die Brüder Weber haben dagegen die horizontalen (seitlichen) Bewegungen des Körpers beim Gehen nicht als wesentlich oder gar charakteristisch angesehen, denn nach ihrer Meinung ist es „fehlerhaft, wenn man zulässt, dass der Rumpf sich beim Gehen bald nach rechts, bald nach links drehe". Wesentlich weicht Carlet von der Darstellung der Brüder Weber ab, indem er findet, dass die Ferse des schwingenden Beines früher aufgesetzt wird als die Fußspitze, während die Brüder Weber und auch v. Meyer gerade das Gegenteil behaupten. v. Meyer[1]) erklärt diesen Widerspruch Carlet's, abgesehen von dem Einflusse der Absätze der Versuchsschuhe als eine Eigenart des individuellen Ganges der Versuchsperson. Beim Gange mit mehr rückwärts geneigtem Oberkörper wird nach v. Meyer's Angaben der hintere Ergänzungsbogen größer, dagegen ist bei flüchtigem Gange der Oberkörper mehr nach vorwärts geneigt, der vordere Ergänzungsbogen ist größer geworden, weshalb im ersteren Falle mit der Ferse, im letzteren Falle mit der Fußspitze zuerst aufgetreten wird. Was die von Carlet verzeichneten Schwankungen der Regio pubis anbelangt, so setzen sie sich aus den Bewegungen des Rumpfes und der Schwankung der Beckenneigung zusammen. Carlet nahm ebenso wie die Brüder Weber an, die Beckenneigung sei während des Ganges eine unveränderliche, während v. Meyer die Schwankungen der Beckenneigung besonders hervorhebt, indem er ihr, wie bereits erwähnt, beim Vorwärtsschwingen des Beines eine große Bedeutung beimisst. Nach Carlet haben die seitlichen Schwankungen ein Maximum im Augenblicke des Aufstehens auf einem Beine, und zwar ist z. B. das Maximum der Schwankung nach rechts am größten, während der Körper auf dem rechten Beine ruht. Das Maximum der Vertikalschwankung des Körpers fällt mit dem Stehen auf einem Beine zusammen, während das Minimum derselben mit dem Aufstehen beider Beine zusammentrifft.

Diese von Carlet auf graphischem Wege gefundenen Thatsachen ergeben sich aber von selbst mit zwingender Notwendigkeit aus dem Verhalten des vertikalen Bogens, der vom tragenden Fuße beschrieben wird und der schon deshalb sein Maximum während des Aufstehens auf einem Beine haben muss. Ebenso selbstverständlich erscheint die Angabe Carlet's, dass beim breitspurigen Gange die horizontalen Schwankungen stärker werden, weil eben dabei der Anteil des horizontalen Bogens an der Gehbewegung zugenommen hat; ebenso lassen sich auch die anderen von Carlet gefundenen Schwankungen ohne weiteres aus den Meyer'schen Elementen a priori ableiten.

1) Meyer, l. c., Biol. Centralbl.

Eine weitere Ausbildung erfuhr die Carlet'sche Untersuchungsmethode durch Vierordt[1]), der an Stelle der pneumatischen Telegraphie Carlet's die elektrische setzte. Außerdem verwandte er zur Verzeichnung der räumlichen Schwankungen beim Gehen die zeichnenden Schuhe und ein System feiner Röhren, welche farbige Flüssigkeiten gegen entsprechend angebrachte Papierstreifen spritzten. Diese Spritzröhren waren an verschiedenen Stellen der unteren und oberen Extremität sowie des Rumpfes angebracht. Die Versuchsanordnung ist eine sehr komplizierte, welche einen unbeeinflussten Gang kaum zulässt, außerdem lässt die Exaktheit der Spritzmethode viel zu wünschen übrig. Immerhin kam Vierordt zu einigen sehr bemerkenswerten Resultaten, indem er vor allem Ungleichmäßigkeiten in der Schrittlänge nachweisen konnte. Nach Vierordt hat jedes Bein seine eigene mittlere Schrittlänge, ferner variiert der seitliche Abstand der beiden Fersenspuren (die Spreizweite) bei demselben Individuum und im Einzelversuche. Bezüglich der Pendelung des schwingenden Beines steht er, wie schon erwähnt, auf dem Standpunkte, dass diese durch Muskelkräfte bedingt sei. Außer der Schrittlänge wird auch die Dauer bestimmt, welche eine sehr ungleiche ist. Ebenso verhält sich die Zeit des Stehens auf einem Fuße, die Zeit der Schwingung und Abwicklung eines Beines. Für Vierordt sind die gefundenen Unregelmäßigkeiten geradezu die Regel. Die Brüder Weber konnten bei ihrem Versuchsverfahren von all den Unregelmäßigkeiten keine Kenntnis erlangen, weil sie z. B. die Schrittlänge, Schrittdauer, Zeit des Schwingens indirekt durch Rechnung ermittelten unter der eigentlich ganz unbegründeten Voraussetzung, dass alle diese Größen stets gleich seien. Diese unrichtige Anschauung der Brüder Weber ist sicherlich durch die Ueberzeugung von der ausschließlichen Richtigkeit der Pendeltheorie bedingt worden.

Von großer Bedeutung für die weiteren experimentellen Untersuchungen des Ganges wurden die zahlreichen Arbeiten Marey's[2]),

1) Vierordt, l. c.

2) Marey: Sur la reproduct. par la photographie des diverses phases du vol des oiseaux Compt. rend., T. 94, 1882; Photographies instantanées d'oiseaux au vol. C. r., T. 94, 1882; Emploi de la photogr. instantanée pour l'analyse des mouvements chez les animaux C. r., T. 94, 1882; Analyse du mécanisme de la locomotion au moyen d'une série d'images photographiques recueillis sur une même plaque et representant les phases successives du mouvement C. r., T. 95, 1882; Emploi de la photogr. pour déterminer la trajectoire des corps en mouvement, avec, leurs vitesses à chaque instant et leurs positions rélatives. Application à la Mécanique animale C. r., T. 95, 1882; Emploi des photographies partielles pour étudier la locomotion de l'homme et des animaux C. r., T. 96, 1883; Appareil photochronographique applicable à l'analyse de toutes sortes de mouvements C. r., T. 111, 1890. Ferner: La machine animale, Paris 1873; C. r., 1874, T. 79, p. 125; Travaux du laboratoire de M. Marey, Année 1875,

der die Momentphotographie zur exakten Untersuchung der Bewegungsvorgänge heranzog. Schon vor Marey wurden durch Muybridge einzelne Momentbilder eines laufenden Pferdes angefertigt, später sind diese Momentaufnahmen durch Anschütz und Londe zu einem hohen Grade von Genauigkeit durchgebildet worden und heute wundern wir uns kaum noch über die zu hervorragender Vollkommenheit gelangten Serienaufnahmen für die Kinematographen. Marey war der erste, dem es gelang, mit einem einzigen Apparat genaue Serienaufnahmen zu erlangen und so den experimentellen Untersuchungen über die Bewegungsvorgänge eine exakte Unterlage zu geben, indem es durch diese Methode ermöglicht wurde, den zeitlichen Ablauf einer Bewegung hinlänglich genau zu analysieren. Marey arbeitete in seinen zahlreichen Untersuchungen sowohl mit der fixen als auch beweglichen Platte. Durch Vorsetzen einer rotierenden gefensterten Scheibe (Rad mit Speichen) vor das Objektiv des photographischen Apparates konnte Marey Bewegungsphasen, welche nur $^1/_{100}$" gegeneinander differierten, zur Darstellung bringen, wobei auch zum erstenmale der Kunstgriff verwendet wurde, nur einen schmalen Streifen des bewegten Objektes zu photographieren, um das Sich-Decken der einzelnen Phasenbilder zu verhindern. Auf dem schwarzen Trikotanzuge des Versuchsindividuums wurden zwischen den Hauptgelenken schmale weiße Streifen angebracht. Auf diese Weise gelingt es, eine die räumlichen und zeitlichen Verhältnisse darstellende Projektion des Bewegungsvorganges in einer Ebene, z. B. der Gangebene zu erhalten. Ueber die gesamten räumlichen Bewegungen des Körpers beim Gehen können diese Aufnahmen aber keinen Aufschluss geben, ja die Marey'schen Bilder sind nicht einmal, strenggenommen, eine absolut genaue Projektion der Bewegung auf eine zur Fortbewegungsrichtung parallele Ebene, weil eine solche nur durch die Parallelprojektion möglich wäre. Die gewöhnliche photographische Projektion ist aber eine Centralprojektion der äußeren Körper auf eine zur optischen Axe des photographischen Apparates senkrechte Ebene. Man kann an einer solchen photographischen Aufnahme keine Aufschlüsse über die Geschwindigkeit zweier bewegter Punkte erhalten, wenn sie nicht ein und derselben Ebene angehören, welche auf der optischen Axe des Apparates senkrecht stehen muss. So wertvoll auch Marey's „chronophotographische" Aufnahmen sind, so lassen sie doch eine ganz exakte Darstellung des Bewegungsvorganges nicht zu; denn zur vollständigen Registrierung einer räumlichen Bewegung sind mindestens zwei in möglichst voneinander abweichenden Richtungen gleichzeitig gewonnene Projektionen erforderlich, wobei die Richtung, in welcher sie gewonnen werden, ebenso be-

Paris 1876; Développement de la méthode graphique par l'emploi de la photographie, Paris 1885; Le mouvement, Paris 1894; Le vol des oiseaux, Paris 1889.

langlos ist wie der Umstand, ob es sich um Central- oder Parallelprojektionen handelt.

In voller Erkenntnis dieser wichtigen Thatsachen haben W. Braune und O. Fischer[1]) bereits im Jahre 1891 die zweiseitige Chronophotographie zu einem genauen Studium der Bewegungen des Kniegelenkes angewandt. Die Schwierigkeiten für eine exakte Handhabung dieser Methode sind keine geringen, aber sie sind von den letztgenannten Autoren geradezu glänzend überwunden worden. Indem das zu photographierende Objekt durch den elektrischen Funken gleichsam selbstleuchtend gemacht wurde, konnte die Unterbrechung der Exposition in allen verwendeten Apparaten in demselben Zeitmoment erfolgen, eine unerlässliche Bedingung für dergleichen exakte Untersuchungen. Zudem ist der elektrische Funke wegen seiner kurzen Dauer, der großen Helligkeit und namentlich deswegen zur zweiseitigen Chronophotographie besonders geeignet, weil er nach allen Richtungen hin gleichmäßig stark Licht aussendet. Gestützt auf ihre überaus günstigen Erfahrungen in der soeben genannten Arbeit haben die Autoren diese Untersuchungsmethode auch zur Analyse des menschlichen Ganges[2]) angewendet und erwarten so ein vollkommenes Bewegungsgesetz des menschlichen Körpers beim Gehen aufstellen zu können, indem sie den ganzen Bewegungsvorgang auf ein räumliches Koordinatensystem beziehen konnten, was keine der früheren Serienaufnahmen des Ganges gestattet. Das Bewegungsgesetz eines Körpers ist erst dann bekannt, wenn man nicht nur die Bewegungsbahn der einzelnen Punkte des Körpers kennt, sondern auch weiß, mit welchen Geschwindigkeiten diese Bahn an jeder Stelle durchlaufen wird und welche Beschleunigung der Körper im Verlaufe der Bewegung erfährt. Bevor aber die Autoren an die Lösung dieser Aufgabe herangingen, hatten sie durch sehr sorgfältige Untersuchungen die Dimensionen und Gewichte der einzelnen Körperteile an der Leiche bestimmt[3]), ferner untersuchten die Autoren die Lage des Schwerpunktes, die Größe des Trägheitsmomentes[4]) der einzelnen Körperabschnitte, sowie auch die gegenseitige Abhängigkeit der Bewegungen benachbarter Glieder

1) W. Braune und O. Fischer: „Die Bewegungen des Kniegelenkes nach einer neuen Methode am lebenden Menschen gemessen. Abh. d. mathem. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XVII, Nr. 2. Leipzig 1891.

2) W. Braune und O. Fischer: Der Gang des Menschen. I. T. Versuche a. unbelast. u. belast. Menschen. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. der Wissensch. Bd. XXI, Nr. 4. Leipzig 1895.

3) W. Braune und O. Fischer: Ueb. d. Schwerpunkt d. menschl. Körpers mit Rücksicht auf die Ausrüstung d. deutschen Infanteristen. Ebenda Bd. XV, Nr. VII, Leipzig 1889.

4) W. Braune und O. Fischer: Bestimmung der Trägheitsmomente d. menschl. Körpers und seiner Glieder. Ebenda Bd. XVIII, Nr. 8. Leipzig 1892.

voneinander[1]). Ueber diese sehr umfangreichen Arbeiten auch nur in aller Kürze referieren zu wollen, würde den Rahmen meiner Darstellung so weit überschreiten, dass ich mich nur mit der Konstatierung dieser Thatsachen begnügen muss, indem ich auf die citierten Arbeiten selbst verweise.

Die Versuchsperson wurde wie bei den Marey'schen Versuchen mit einem schwarzen Trikotanzuge bekleidet, auf welchem anstatt der Papierstreifen Marey's eine Reihe (im ganzen elf) mit Stickstoff gefüllter Geissler'scher Röhren unverrückbar angebracht war. Die Röhren waren so angeordnet, dass sie der Bewegung der Glieder getreu folgten, ohne die Bewegungen in den Gelenken, zwischen welchen sie angebracht waren, zu verhindern. Es war je eine Röhre für jeden der beiden Oberschenkel, Unterschenkel, Fuß, Oberarm und Unterarm, ferner eine für den Kopf verwendet worden. Durch Asphaltringe waren auf den Röhren die Schwerpunkte und Gelenkmittelpunkte markiert. Die an den Röhren ausgezeichneten Punkte veranschaulichen natürlich jene wichtigen Punkte nicht direkt, sie sind vielmehr nur Hilfspunkte, welche die Projektion der ersteren nach außen auf die Körperoberfläche veranschaulichen. Die wahren Bewegungskurven der projicierten Punkte lassen sich dann durch Rechnung oder Konstruktion leicht ermitteln, weil der Abstand der an den Geissler'schen Röhren bezeichneten Punkte von den entsprechenden Punkten des Körpers zuvor möglichst genau festgestellt wurde. Die Autoren geben selbst an, dass ein solches Verfahren kein absolut genaues Bild über die Bewegungen der Gelenkmittelpunkte etc. geben kann, weil dieselben während der Bewegungen nicht konstant sind. Ebenso müssen die kleinen Richtungsänderungen der Gelenkaxen unberücksichtigt bleiben.

Die Geissler'schen Röhren sind hintereinander in den sekundären Stromkreis eines Ruhmkorff'schen Funkeninduktors eingeschaltet, dessen primärer Strom durch eine Stimmgabel von 26,09 Schwingungen in der Sekunde unterbrochen wird. Zwischen zwei aufeinander folgenden Phasen der photographischen Aufnahme liegen 0,0383″. Um die erhaltenen Bewegungsbilder auf ein räumliches Koordinatennetz beziehen zu können, wurde auf jede der Platten noch ein Koordinaten-

1) O. Fischer: Die Arbeit d. Muskeln und die lebendige Kraft d. menschl. Körpers. Ebenda Bd. XX, Nr. 1. Leipzig 1893.

Derselbe: Beiträge zu einer Muskeldynamik. I. Abh. Ueb. die Wirkungsweise eingelenkiger Muskeln. Ebenda Bd. XXII, Nr. 2. Leipzig 1895.

Derselbe: Beitr. zu einer Muskeldynamik. II. Abh. Ueber die Wirkung d. Schwere und beliebiger Muskeln auf das zweigliederige System. Ebenda Bd. XXIII, Nr. 6. Leipzig 1897.

Derselbe: Beiträge zur Muskelstatik. I. Abh. Ueber das Gleichgewicht zwischen Schwere und Muskeln am zweigliederigen System. Ebenda Bd. XXIII, Nr. 4. Leipzig 1896.

netz photographiert. Ferner wurden von jeder Seite gleichzeitig zwei Aufnahmen gemacht, weil man fast von keinem Punkte die Geissler'schen Röhren gleichzeitig übersehen konnte. Der eine der beiden Apparate jeder Seite steht mit seiner optischen Axe senkrecht auf der Gangebene, er liefert also eine Profilaufnahme, während die optische Axe des zweiten Apparates mit der des ersten einen Winkel von 60° einschließt; er verzeichnet die Ansicht von schräg vorne. Die entscheidenden Versuche wurden bei Nacht ausgeführt; nachdem das Individuum ungefähr fünf Schritte gegangen war, erfolgte der Stromschluss, welcher nach drei bis vier Schritten wieder unterbrochen wurde. Dennoch setzte die Versuchsperson ihren Weg noch einige Schritte fort. Die Versuche wurden beim gewöhnlichen Gange ohne Belastung und beim Gange mit Belastung ausgeführt; als Belastung ist die feldmarschmäßige Ausrüstung des deutschen Infanteristen gewählt worden (Tornister, drei Patronentaschen, Gewehr).

Zur Ableitung der räumlichen Koordinaten aus den Serienbildern wurden die photographischen Platten direkt verwendet, indem die auf den Platten verzeichneten Phasen in ihrer Lage zu dem mitphotographierten Koordinatennetz vermittels eines eigens konstruierten Koordinatenmessers mikroskopisch festgestellt wurden. Trotzdem nicht für sämtliche markierten Punkte die Koordinaten ausgemessen wurden (die Schwerpunktskoordinaten bleiben zunächst unberücksichtigt), so ergiebt sich für die drei ausgemessenen Versuche (drei Doppelschritte) die staunenswerte Arbeit von 6696 Messungen. Aus den Koordinaten der photographierten Punkte der Geissler'schen Röhren wurden die Koordinaten der Gelenkmittelpunkte in der schon angedeuteten Weise abgeleitet; denn um eine unmittelbare Vorstellung von der Haltung der einzelnen Körperabschnitte in den entsprechenden Bewegungsphasen zu bekommen, müsste man sich Photogramme für die Stellungen der einzelnen Längsaxen der Glieder während der verschiedenen Bewegungsphasen verschaffen. Braune und Fischer bezeichnen als Längsaxen die Verbindungsgeraden der Mittelpunkte der beiden das Glied begrenzenden Gelenke. Für die einzelnen Extremitätenabschnitte ist diese Definition ohne weiteres verständlich. Für den Kopf, Fuß und das von den Autoren angenommene starre System, Unterarm + Hand soll als Längsaxe die Gerade eingeführt sein, welche den Schwerpunkt des Gliedes mit dem Mittelpunkt des einen begrenzenden Gelenkes verbindet. Beim Rumpfe soll die Längsaxe durch die Verbindungsgerade der Mitte der Hüftaxe und des Mittelpunktes des Atlanto-Occipitalgelenkes dargestellt sein. Die Feststellung der jeweiligen Lage dieser Axen genügt zur ausreichenden Kenntnis der Bewegungen vollkommen, freilich werden sich dabei nicht alle Bewegungen der Wirbelsäule genügend scharf markieren. Der Annahme der Autoren, dass die Wirbelsäule während des Gehens keine

wesentlichen Verbiegungen nach vorn oder hinten erfährt, möchte ich die Meyer'sche Angabe über die wesentlich vermehrte Krümmung der Lendenwirbelsäule bei der Aufrichtung des Beckens entgegenhalten. Jedenfalls können aber die Autoren aus ihren Photogrammen alle diesbezüglichen Thatsachen ermitteln, indem sie die Abstände der Raumkurven des Kopfscheitelpunktes, respektive der Schulterlinienmitte von der Hüftlinienmitte in den einzelnen Bewegungsphasen feststellen. Damit wird auch die Meyer'sche Angabe von der Veränderung der Beckenneigung einigermaßen einer neuen Prüfung unterzogen werden. Allerdings wird man auf Grund der vorliegenden Photogramme darüber zu keinem sicheren Resultate kommen, ob die Verbiegung nach hinten oder vorn stattgefunden hat, was zu wissen nicht unnötig wäre, wenn wir auf die die Gestaltveränderung bewerkstelligenden Kräfte (welche Muskeln) einen Schluss ziehen wollen. Die Autoren heben dann selbst hervor, dass ihre Bilder keinen Aufschluss über die Rollungen des Kopfes, Fußes und des Systems Unterarm + Hand um ihre Längsaxen geben.

Bei der Ableitung der räumlichen Koordinaten der Gelenksmittelpunkte wird auch noch dem Umstande Rechnung getragen, dass es bei einem unbeeinflussten Gang nicht gut möglich ist, sich ganz genau in einer angegebenen Richtung zu bewegen. Deshalb wurde von Braune und Fischer die Axe des räumlichen Koordinatensystemes, welche die Fortbewegungsrichtung angeben soll, mit der letzteren thatsächlich zur Deckung gebracht.

Die ermittelten Koordinaten enthalten nach Braune und Fischer's Meinung alle Einzelheiten des Bewegungsvorganges und gestatten die Lösung aller Probleme, welche sich unter den gewählten Versuchsbedingungen auf das Bewegungsgesetz beziehen. Die Autoren glauben sogar Schlüsse auf die bewegenden Kräfte im Innern des Körpers ziehen zu können. Gewiss wird es möglich sein, auf diesem Wege den Anteil einzelner Muskeln an dem Zustandekommen der Bewegung zu erschließen, aber auch da werden sich schon große Schwierigkeiten hinderlich in den Weg stellen. Wenn wir nur den einfachsten Fall einer kombinierten Muskelbewegung in Betracht ziehen, die Aktion von Agonisten und Antagonisten, so wird es selbst bei verhältnismäßig einfachen Bewegungen schwer fallen, den Anteil eines jeden derselben an dem Zustandekommen der Bewegung zu ermitteln. Bedenken wir aber, dass es sich beim Gehen um die verschiedensten Kombinationen von einzelnen Muskeln handeln kann, welche durch entsprechende Koordination eine bestimmte Bewegung hervorzubringen im stande sind, und dass antagonistische Wirkungen auch durch entsprechend koordinierte Thätigkeit sehr verschiedener Muskeln zu stande kommen können, so muss ich wohl sagen, dass wir einen genaueren Einblick in die qualitativen und

vor allem quantitativen Verhältnisse der einzelnen Muskelaktionen beim Gehen vorläufig kaum erwarten dürfen.

Die unmittelbar gewonnenen Versuchsresultate haben natürlich zunächst nur für das untersuchte Individuum Giltigkeit. Trotzdem auch Braune und Fischer betonen, dass jeder Mensch einen besonderen, oft charakteristischen Gang hat, so müssen dennoch die Unterschiede im Gange aller Menschen nur auf quantitativen Unterschieden beruhen, wofür in erster Linie die verschiedenen Dimensionen der Knochen, die wechselnde Gestalt der Gelenkflächen und die verschiedene Massenverteilung im Körper verantwortlich gemacht werden müssen. Dagegen ist die Folge und die Art der gleichzeitigen Bewegung der einzelnen Körperabschnitte bei allen Menschen dieselbe. Aus diesen Gründen sollen die von Braune und Fischer ermittelten Resultate aus den Koordinatentabellen nicht bloß individuelle Giltigkeit besitzen, sondern die typischen Gesetze erkennen lassen, nach welchen die Bewegungen der Glieder beim Gange des Menschen stattfinden; „sie werden andererseits vermutlich die Mittel an die Hand geben, die geringen Unterschiede, welche jedem Gange sein charakteristisches Gepräge verleihen, quantitativ zu bestimmen".

Die Annahme der Autoren, dass alle Unterschiede des Ganges der verschiedenen Individuen nur auf quantitativen Unterschieden beruhen, dass dagegen die Folge und Art der gleichzeitigen Bewegung der einzelnen Körperteile bei allen Individuen dieselbe sei, diese Annahme kann durchaus nicht Anspruch auf allgemeine Anerkennung erheben. Sie ist eine Hypothese, welche von allen Autoren gemacht worden ist, welche einen typischen Gang als Grundlage ihrer Analyse voraussetzen, ohne dass auch nur irgend einer der Autoren einen sicheren Beweis für diese Annahme zu erbringen im stande gewesen wäre. Zum mindesten muss dieser Hypothese die Meyer'sche Anschauung, nach welcher es einen typischen Gang nicht giebt, als gleichwertig gegenübergestellt werden. Allerdings hat die Diskussion der Frage des typischen Ganges eine große Schwierigkeit, indem sie leicht als ein Streit um Worte erscheinen könnte, weil sich die Entscheidung dabei wesentlich um die Deutung der Worte „qualitativ" und „quantitativ" dreht, und zwar in solchen Fällen, wo eine Entscheidung durchaus nicht immer leicht zu treffen sein wird. Braune und Fischer stützen ihre Anschauung, dass den von ihnen gefundenen Bewegungsgesetzen allgemeine Geltung zukommen dürfte, eigentlich nur auf drei Versuche, in welchen immer nur ein einziger Doppelschritt ausgemessen wurde. Außerdem sind von den drei ausgemessenen Versuchen nur zwei unter genau gleichen Versuchsbedingungen angestellt worden, während der dritte Versuch durch die Belastung modifiziert worden ist. Denn diejenigen Versuche,

welche nicht ausgemessen worden sind, kommen gar nicht in Frage; da zu der Genauigkeit der Koordinatenmessung eine mikroskopische Messung erforderlich war, kann man ohne eine solche zu keinem genügenden Urteile kommen, ob die anderen nicht ausgemessenen Versuche übereinstimmende Resultate ergeben oder nicht. Ebenso kann man aus den angegebenen Gründen gar nicht wissen, ob die Phasen des zur Messung herausgegriffenen Doppelschrittes mit den entsprechenden anderer Schritte desselben Versuches übereinstimmen. Ein anderes Bedenken, welches ich gegen eine uneingeschränkte Verallgemeinerung der Braune-Fischer'schen Versuchsergebnisse zu äußern wage, ist das, dass alle drei Versuche an ein und demselben Individuum und in ein und derselben Nacht angestellt wurden. Gerade dadurch wird die Verallgemeinerung wesentlich erschwert. Wir haben gar keine Stütze für die Annahme, dass die Untersuchung eines zweiten Versuchsindividuums genau die gleichen Resultate gefördert haben würde. Die Brüder Weber haben diesen Bedenken sehr wohl Rechnung getragen, indem sie ihre Untersuchungen an verschiedenen Individuen kontrollierten. Außerdem ist es doch auch sehr wahrscheinlich, dass wir zu verschiedenen Zeiten einen etwas verschiedenen Gang haben; auch diesem Einwande haben die Brüder Weber wenigstens teilweise Berücksichtigung zu teil werden lassen. Dabei handelte es sich bei ihren Untersuchungen nicht im entferntesten um so subtile Detailfragen, wo eine so hervorragende Genauigkeit notwendig gewesen wäre, wie in den Braune-Fischer'schen Untersuchungen. Gerade die außerordentliche Exaktheit der Methodik scheint mir besonders dazu geeignet zu sein, die individuellen Eigentümlichkeiten mehr in den Vordergrund treten zu lassen, als zur Ableitung allgemein giltiger Gesetze gut erscheinen könnte. Selbst dann, wenn wir einen typischen Gang anzunehmen berechtigt wären, so könnten die Gesetze desselben doch nur aus vielen Einzelversuchen abgeleitet werden, welche unter genau gleichen Versuchsbedingungen an verschiedenen Individuen angestellt werden müssten. Dabei müsste noch der Punkt Berücksichtigung finden, dass zu diesen Versuchen nur solche Individuen ausgewählt werden, welche einen anscheinend normalen Gang besitzen, d. h. einen solchen Gang, an dem wir keine uns auffällige Abweichung von einem eigentlich ganz willkürlich als normal angesehenen Gange finden. Dabei würde aber die Auswahl der Versuchsperson nicht geringe Schwierigkeiten bieten, wie uns die Braune-Fischer'schen Untersuchungen lehren; trotzdem die Autoren bei gewöhnlicher Betrachtung keine Asymmetrie in den Bewegungen ihres Versuchsindividuums erkennen konnten, so war eine solche auf den photographischen Phasenbildern dennoch deutlich vorhanden, wie die Messungen ergaben. Wir müssen also mit den Autoren konstatieren,

dass das Versuchsindividuum deutlich hinkte. Wollte man nun Einzelheiten erschließen, so müsste man erst genau wissen, welche der beiden Seiten den normalen Typus darstellen soll. Würden aber gar Individuen untersucht, deren Gang deutliche Differenzen schon bei gewöhnlicher Betrachtung erkennen lässt, dann würden die Schwierigkeiten ins Ungemessene sich steigern. Schließlich dürfen wir gar nicht erwarten, dass in den Braune-Fischer'schen Versuchen das Versuchsindividuum seinen sogenannten natürlichen Gang gehabt haben konnte. Einmal setzt der knapp anliegende Trikotanzug jeder Bewegung einen gewissen, wenn auch kleinen Widerstand entgegen, andererseits mussten die Geissler'schen Röhren doch so fest angeschnallt sein, dass sie sich nicht verschoben. Dadurch werden aber die Muskeln an einzelnen Stellen von außen her nicht unerheblich zusammengedrückt, so dass ihre Thätigkeit keine ganz normale sein konnte. Bei Betrachtung der Photographie, „das Versuchsindividuum in voller Ausrüstung", kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass in dieser Rüstung nur ein erzwungener Gang möglich ist. In dieser Anschauung werden wir noch mehr bestärkt, weil wir aus den Angaben der Autoren erfahren, dass „die Bekleidung des Versuchsindividuums gewöhnlich 6—8 Stunden Zeit in Anspruch nahm" und die Versuche obendrein zur Nachtzeit im Dunkeln angestellt wurden. Nach einer solchen Abspannung ist es kaum zu erwarten, dass das Versuchsindividuum anders als gezwungen gehen konnte. Der gewöhnliche, sogenannt natürliche Gang des Versuchsindividuums ist nach richtiger Würdigung aller angeführten Momente aller Wahrscheinlichkeit nach niemals verzeichnet worden.

Aus den angeführten Gründen gaube ich einer bedingungslosen Verallgemeinerung der Braune-Fischer'schen Versuchsergebnisse vorläufig nicht das Wort reden zu können. Wir werden diese Versuche strenggenommen immer nur als rein individuelle Giltigkeit besitzende betrachten müssen. Darum wird aber der große Wert der Braune-Fischer'schen Untersuchungen nicht im entferntesten beeinträchtigt, denn die Autoren haben zum erstenmal ein vollkommenes Bild des menschlichen Ganges entwickelt, dem bei der außerordentlichen Genauigkeit der ganzen Versuchs- und Messungsmethode trotz des individuellen Charakters unsere volle Aufmerksamkeit gebührt. Die rechnerische Arbeit, welche bei der Verwertung der direkt gemessenen Photogrammkoordinaten zu leisten war, ist eine ganz enorme. Daraus erklärt es sich auch, dass in drei Versuchen nur je ein Doppelschritt ausgemessen werden konnte.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen sollen die speziellen Versuchsergebnisse Braune-Fischer's mitgeteilt werden. Zuerst werden die Bahnkurven der Gelenkmittelpunkte, des Kopfscheitel-

punktes, des Fußschwerpunktes und der Fußspitze abgeleitet. Die Bahnkurven sämtlicher eben genannter Punkte stellen doppelt gekrümmte räumliche Kurven dar, welche sich deshalb nicht in eine Ebene einzeichnen lassen. Um eine Vorstellung von ihrem Verlaufe zu gewinnen, sind mindestens ihre Projektionen auf zwei nicht parallele Ebenen nötig. Am günstigsten erweisen sich zu einer genauen Analyse dieser Bahnkurven die Projektion auf die Gangebene (xz-Ebene des räumlichen Koordinatensystemes), welche die Profilansicht darstellt und die Projektion auf die Horizontalebene des Fußbodens (xy-Ebene des räumlichen Koordinatensystemes), welche die Bewegung von oben, gleichsam aus der Vogelschau gesehen, zur Anschauung bringt. Zur Erleichterung des Verständnisses der Projektionen auf zwei Ebenen hat Fischer ein räumliches Modell mit Hilfe der Koordinaten der Gelenkmittelpunkte, des Kopfscheitelpunktes, des Fußschwerpunktes und der Fußspitze angefertigt, welches eine direkte Vorstellung der Bahnkurven der einzelnen Punkte und der sich stetig ändernden Haltung des menschlichen Körpers beim Gehen vermittelt.

Der Kopfscheitelpunkt, sowie die beiden Schulter- unnd Hüftgelenksmittelpunkte beschreiben je eine doppelt gekrümmte Bahn, die in der Projektion auf die Gangebene (xz-Ebene), wie in der auf die Horizontalebene (xy-Ebene) die Form einer nahezu regelmäßigen Wellenlinie (Sinuskurve) besitzen. Diese beiden sollen als „vertikale“ und „horizontale“ Wellenlinie voneinander unterschieden werden. Die Wellenlänge der vertikalen Wellenlinie ist gleich der einfachen Schrittlänge, die der horizontalen Wellenlinie ist doppelt so groß, also gleich der Länge eines Doppelschrittes. Ferner wird der aufsteigende Schenkel der vertikalen Wellenlinie in einer etwas längeren Zeit durchlaufen als der absteigende Schenkel derselben, während bei der horizontalen Wellenlinie die beiden Schenkel in der gleichen Zeit durchmessen werden. Diese Angaben decken sich mit den Beobachtungen Carlet's, auf die ich bereits hingewiesen habe, und sie lassen sich, wie bereits erwähnt, aus den Meyer'schen Bogenelementen ohne weiteres als selbstverständlich ableiten. Dass der absteigende Schenkel der vertikalen Wellenlinie schneller durchlaufen wird als der aufsteigende, folgt aus der Zusammensetzung des Meyer'schen Vertikalbogens, denn der absteigende Schenkel der Braune-Fischer'schen Wellenlinie enthält den ganzen vorderen Ergänzungsbogen v. Meyer's, welcher im wesentlichen ein Fallbogen ist, während der aufsteigende Schenkel der vertikalen Wellenlinie durch den hinteren Ergänzungsbogen und Hauptbogen v. Meyer's gebildet wird, welche durch Muskelaktion bedingt sind. Bei der horizontalen Wellenlinie ist vorwiegend der horizontale Bogen v. Meyer's beteiligt, er ist in allen seinen Teilen durch Muskelaktion bedingt, es fehlt also ein Fallbogen, weshalb auch die beiden Schenkel der horizontalen Wellenlinie gleich oder annähernd gleich sein müssen.

Außer diesem im allgemeinen übereinstimmenden Verhalten der horizontalen und vertikalen Wellenlinien, zeigen dieselben doch noch wesentliche Unterschiede, welche sowohl bei den Bahnkurven der beiden Schultergelenksmittelpunkte als auch bei denen der beiden Hüftgelenksmittelpunkte deutlich ausgeprägt sind. Ebenso verhält es sich mit den Bewegungen des Rumpfes und Kopfes, welche Verschiedenheiten zwischen den Bahnen der Hüftgelenksmittelpunkte einerseits und denen der Schultergelenksmittelpunkte andererseits, oder zwischen den letzteren und der Bahn des Kopfscheitelpunktes bedingen. Zum Studium dieser Vorgänge haben Braune und Fischer diese Bewegungen auf eine dritte, zur Gangrichtung senkrechte Koordinatenebene projiciert, welche zugleich auf der Horizontalebene lotrecht steht, es ist dies die yz-Ebene des räumlichen Koordinatensystemes. Die so erhaltenen Bahnkurven für den Kopfscheitelpunkt, die beiden Schulter- und Hüftgelenksmittelpunkte stellen im idealen Falle bei genau geradliniger Fortbewegung des Versuchsindividuums und bei ganz horizontalem Fußboden komplizierte, in sich geschlossene lemniscatenähnliche Kurven dar. Die aus dem Versuch abgeleiteten Bahnkurven sind wegen der Inkonstanz der Geschwindigkeit an manchen Stellen etwas zusammengedrückt, ohne dass ihre Form dadurch wesentlich verändert wird. Sie stimmen mit der Carlet'schen Raumkurve für den obersten Punkt der Symphysis ossium pubis nicht ganz überein, wenngleich die Anschauung Carlet's über die Art dieser Bewegung nicht zu sehr von der von Braune und Fischer vertretenen abweicht.

Die Kurven für den Kopfscheitelpunkt, die Schulter- und Hüftlinienmitte stellen im idealen Falle symmetrische Kurven dar; unter Schulter-, bezw. Hüftlinie ist die Verbindungsgerade der beiden entsprechenden Gelenksmittelpunkte zu verstehen. Die aus den Versuchen direkt abgeleiteten Kurven zeigten ein asymmetrisches Verhalten, weil das Versuchsindividuum, wie bereits erwähnt, hinkte. Die Bahnkurven der Schulter-, respektive Hüftgelenksmittelpunkte zeigen aber auch im idealen Falle in sich keine Symmetrie. Sie lassen erkennen, dass die vertikalen Schwankungen des Kopfscheitelpunktes und der Schultergelenksmittelpunkte größer sind als die der Hüftgelenksmittelpunkte, bei welch letzteren die Horizontalschwankungen überwiegen. Die Vertikalschwankungen des Kopfscheitelpunktes haben je ein Minimum während der Periode des gleichzeitigen Aufstehens beider Beine auf dem Fußboden, was auch für die Vertikalschwankungen der übrigen Punkte zutrifft. Die Minima der verschiedenen Punkte differieren zeitlich etwas, wenn wir sie in Korrelation zum Moment des Aufsetzens der beiden Beine bringen. Ferner zeigt die Lage der Minima der Vertikalschwankungen, dass der obere Teil des Körpers sich nach der Seite des aufgesetzten Beines neigt; z. B. bei Aufsetzen des rechten Beines nach rechts. Das Maximum der Vertikalschwankung wird da-

gegen in dem Momente erreicht, wo der Mittelpunkt des stützenden Beines senkrecht über dem Fußschwerpunkt liegt; es ist das nahezu auch jener Augenblick, wo der Fußschwerpunkt des schwingenden Beines sich unter dem Hüftgelenksmittelpunkte vorbeibewegt, somit entsprechen die Maxima der Vertikalschwankung der gleichzeitig vorhandenen senkrechten Lage beider Beine. Ferner zeigt die Asymmetrie der Kurven der Schultergelenksmittelpunkte, dass die jeweiligen Minima im Momente des Aufsetzens des gleichseitigen Beines am größten sind. So ist z. B. das Minimum der Vertikalschwankung für den linken Schultergelenksmittelpunkt erreicht, wenn das linke Bein aufgesetzt ist. Das Maximum tritt ein, wenn das stützende Bein der gleichnamigen Seite seine Vertikalstellung einnimmt, im angenommenen Falle also wieder das linke Bein. Für die Hüftgelenksmittelpunkte gilt das entgegengesetzte Verhalten bezüglich der Erreichung der Minima und Maxima der Vertikalschwankungen; sie fallen mit den entsprechenden Phasen des kontralateralen Beines zusammen. Die Maxima der horizontalen Schwankungen fallen beim Kopfscheitelpunkt und bei den Hüftgelenksmittelpunkten zeitlich ein wenig vor die vertikalen Maxima, beim Schultergelenksmittelpunkt treten horizontales und vertikales Maximum gleichzeitig ein.

Diese Angaben bestätigen wiederum im großen und ganzen die Carlet'schen Resultate, welche allerdings lange nicht den Grad der Vollkommenheit besitzen, wie die von Braune und Fischer gewonnenen, zugleich sind sie aber auch eine neue Bestätigung der Meyer'schen Grundprinzipien, welche uns das geschilderte Verhalten der untersuchten Punkte ohne weiteres verständlich erscheinen lassen.

Die Drehungen und Deformierungen des Rumpfes lassen sich aus den Richtungsänderungen der Hüftlinie, der Schulterlinie und der Verbindungslinie der Mitte beider eben genannter, welche als Rumpflinie bezeichnet wird, genügend feststellen. Die Hüftlinie führt während der Dauer eines einfachen Schrittes drei halbe Schwingungen in vertikaler Richtung aus. Die Axe liegt sagittal (also auch horizontal), als Mittelpunkt der Bewegung gilt der Mittelpunkt der Hüftlinie. Daraus folgt nun, dass, während die eine Seite, z. B. der rechte Hüftgelenksmittelpunkt sich nach aufwärts bewegt, der andere, d. i. der linke, eine Abwärtsbewegung zeigen muss. Die größte Erhebung findet sich bei jenem Maximum, welches in die Periode des Schwingens des Beines der betreffenden Seite fällt, die größte Senkung ist kurz vor Aufsetzen des schwingenden Beines zu konstatieren. Im Momente des Aufsetzens des einen Beines ist die Hüftlinie derselben Seite schon wieder in aufsteigender Bewegung begriffen. Diese zeitliche Anordnung des Maximums der Vertikalschwankung scheint mir sehr wesentlich zu sein, weil das Hüftgelenk des schwingenden Beines im Zeitpunkte des Durchganges durch die vertikale Lage am

meisten erhoben ist, weshalb eine so starke Beugung des schwingenden Beines, wie sie in diesem Zeitmoment von den Brüdern Weber angenommen worden ist, gar nicht nötig erscheint. Damit ist auch der Streit zwischen Richer[1]) und Giraud Teulon entschieden, womit beide zugleich Recht und Unrecht haben, weil keiner wusste, dass die Hüftlinie während eines einfachen Schrittes drei halbe Schwingungen vollführt. Außer diesen Vertikalschwankungen führt die Hüftlinie gleichzeitig auch horizontale Drehungen um eine vertikale Axe ihres Mittelpunktes aus, welche die Dauer eines Doppelschrittes haben. (Diese Horizontaldrehungen sind im wesentlichen nichts anderes als der horizontale Bogen v. Meyer's.) Die Hüftlinie beschreibt ihre Horizontaldrehung immer so, dass dabei die Seite des schwingenden Beines nach vorn geht, ein Verhalten, das sich aus dem Meyer'schen Horizontalbogen ohne weiteres a priori von selbst ergiebt. Da nun die horizontalen und vertikalen Schwankungen zu gleicher Zeit stattfinden, so beschreiben die Endpunkte der Hüftlinie sehr komplizierte, in sich geschlossene Schwingungsbahnen. Damit sind aber die Bewegungen des Beckens beim Gehen noch nicht vollständig festgestellt, wahrscheinlich macht dasselbe auch noch Drehungen um die Hüftlinie, d. h., es verändert seinen Neigungswinkel, eine Angabe, welche, wie schon betont, von v. Meyer mit aller Bestimmtheit gegen die Brüder Weber und Carlet gemacht hat. Leider haben Braune und Fischer über die Veränderungen der Beckenneigung keinen Aufschluss geben können.

Ebenso wie die Hüftlinie führt auch die Schulterlinie gleichzeitig vertikale und horizontale Drehungen um ihren Mittelpunkt aus. Die Schwingungsbahn der Endpunkte der Schulterlinie ist gleichfalls eine sehr komplizierte Kurve. Sie führt während der Dauer eines einfachen Schrittes drei halbe Vertikalschwingungen aus von abwechselnd einer größeren und kleineren Amplitude; die horizontalen Drehungen haben dagegen die Schwingungsdauer eines Doppelschrittes. Beide Drehungen sind von entgegengesetzter Richtung wie diejenigen der Hüftlinie derselben Seite. Die Schulterlinie bewegt sich also nach oben und hinten, wenn sich die Hüftlinie derselben Seite nach vorn abwärts bewegt. Aus den gleichzeitig stattfindenden Schwingungen der Hüft- und Schulterlinie folgt auch, dass die Rumpflinie während des Gehens eigene Bewegungen ausführt. Als Bewegungscentrum wird von Braune und Fischer der Mittelpunkt der Hüftlinie angenommen. Kurz nach dem Momente des Aufsetzens des rechten Beines ist die Rumpflinie am meisten nach rechts geneigt, nach dem Aufsetzen des linken Beines am meisten nach links. Zugleich vollführt die Rumpflinie Schwingungen nach vorn und hinten, wobei die stärkste Vor-

1) Richer: La station et la marche chez l'homme sain et chez les malades myopathiques. Revue scientifique 4. série, T. II, Nr. 4.

wärtsneigung etwas vor den Moment des Aufsetzens eines Beines fällt, die stärkste Rückwärtsneigung fällt etwas vor die Mitte des Schwingens, respektive des Aufstehens des einen Beines.

Wenn auch die zeitlichen Verhältnisse der Maxima und Minima der verschiedenen Rumpfbewegungen, ebenso wie die der anderen Bewegungsbahnen sicherlich nur individuelle Giltigkeit haben können, so erkennen wir in diesen Bewegungen doch immer wieder die Meyer'schen Elemente. Die seitlichen Schwankungen sind, soweit sie nicht durch den horizontalen Bogen hervorgerufen sind, als Aequilibrierbewegungen im Sinne v. Meyer's aufzufassen, während die Vor- und Rückwärtsneigungen der Rumpflinie mit der Thätigkeit des Musculus lumbosacralis und der durch sie bewirkten Gestaltsveränderung der Lendenwirbelsäule (Aufrichtung des Rumpfes) in Zusammenhang zu bringen sind. Ueber die Torsionen der Wirbelsäule machen Braune und Fischer keine direkten Angaben, was um so sonderbarer erscheinen muss, als sie ja alle nur möglichen, oft an sich selbstverständlichen Bewegungen ganz detailliert schildern. Aus dem vergleichenden Studium der Bahnkurven der Gelenksmittelpunkte ergiebt sich als zwingender Schluss, dass die Wirbelsäule Verbiegungen erleiden muss, denn sonst könnten die Vertikalschwankungen der Schulterlinie nicht größere sein als diejenigen der Hüftlinie, ferner kann man annehmen, dass die Wirbelsäule auch eine Torsion im entgegengesetzten Sinne der Horizontaldrehung des Beckens ausführt, weil die horizontalen Schwankungen der Schulterlinie und des Kopfscheitelpunktes kleiner sind als jene des Beckens und vor allem von entgegengesetzter Richtung.

Ueber die an und für sich für den Gang unwesentlichen Kopfbewegungen ist nicht viel zu sagen, sie finden sowohl um eine sagittale Axe als nach rechts und links, als auch um eine frontale Axe nach vorn und hinten statt. Die Drehungen der Kopflinie, d. i. der Verbindungsgeraden zwischen Kopfscheitelpunkt und Schulterlinienmitte, um diese Axen findet in entgegengesetzter Richtung statt als die entsprechenden Drehungen der Rumpflinie.

Der Versuch mit Belastung durch die feldmarschmäßige Ausrüstung des deutschen Infanteristen bringt im wesentlichen nur eine Bestätigung der Angaben von v. Meyer, dass mit der Belastung der Anteil des horizontalen Bogens an der Bewegung wächst, weshalb Menschen, die schwere Lasten zu tragen haben, einen ausgeprägten breitspurigen Gang aufweisen. Es ist selbstverständlich, dass bei Belastung die Vertikalschwankungen, d. h. der Anteil des vertikalen Bogens an der Fortbewegung geringer werden muss, jemehr der horizontale Bogen an Umfang gewinnt. Deshalb finden auch Braune und Fischer, dass die Bahnkurven der untersuchten Punkte beim Gang mit Belastung in horizontaler Richtung weiter aus-

einandergezogen sind, dass also der Körper größere seitliche Schwankungen ausführt als beim Gange ohne Belastung. Außerdem konnten Braune und Fischer eine Abnahme der Schrittlänge konstatieren, weshalb die sonst nicht wesentlich in ihrer Gestalt veränderten Bahnkurven an jeder Stelle etwas stärker gekrümmt sind. Die beobachteten Unregelmäßigkeiten in den Kurven des Belastungsversuches erklären sich aus der einseitigen Verteilung der Belastung, indem das Gewehr auf der linken Schulter (Haltung „Gewehr über") getragen wurde.

Nach der Feststellung der Bewegungsbahnen der untersuchten Punkte interessiert uns vor allem die Bewegung des Gesamtschwerpunktes, welche einen Schluss auf die Richtung und Intensität der äußeren Kräfte zulässt, welche beim Gange thätig sind. Diese Frage hat Fischer im zweiten Teile[1]) der Arbeit über den Gang des Menschen untersucht, in welchem auch allgemeine Betrachtungen über die äußeren Kräfte, welche zur Lokomotion unbedingt notwendig sind, Platz gefunden haben. (Fortsetzung folgt.)

Bau der Cicaden.

Von Dr. phil. **Othm. Em. Imhof.**

Die Kenntnis des Organismus der Cicaden dürfte noch Lücken aufzuweisen haben. Folgende Bauverhältnisse glaube ich noch für unbekannt ansehen zu können.

Antennae. Typhlocybini, Genus *Zygina.* Erster Abschnitt 2 große Basalglieder, zweiter Abschnitt 6 viel dünnere Glieder, deren erstes gestielt, länger als die folgenden, diese ungefähr gleichlang, an Quermesser stetig abnehmend, dritter Abschnitt 1 sehr dünnes, sehr langes Endglied. Abschnittlängenverhältnis 1 : 1 : 2,2. Gliederzahl 9.

Jassini, Genus *Cicadula.* Zweiter und dritter Abschnitt ineinander übergehend, 39 sehr deutliche Glieder vom 14. bis 38. Glied annähernd gleichlang, letztes Glied so lang wie die 10 vorhergehenden zusammen.

Tettigonini, Genus *Penthimia.* Zweiter und dritter Abschnitt zusammen 23 Glieder, die 7 vorletzten Glieder verlängert, das Endglied etwa $^1/_3$ dieser Abschnitte.

An einer noch nicht bestimmten Art, wahrscheinlich zu den Cercopiden gehörend, zähle ich am zweiten und dritten Abschnitt zusammen 98 Glieder. Diese Species hat ausnahmsweise 3 Basalglieder.

Mundwerkzeuge. 1 Paar auf dem Gesicht sichtbare, aber weil genau eingepasst, schwer erkennbare Kiefer, lamellenartig mit scharfschneidigem End- oder Innenrand. Die Kopfmuskulatur inseriert sich an der außen quergerippten meist vorgewölbten Stirninnenfläche.

---

1) O. Fischer: Der Gang des Menschen, II. Teil. Die Bewegung des Gesamtschwerpunktes und die äußeren Kräfte. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. Bd. XXV, Nr. 1. Leipzig 1899.

Sinnesorgan. In den Wangen mehrerer Vertreter ist ein Organ eingesenkt. Es besteht in einer cylindrischen oder eiförmigen, nach außen offenen Cavität, auf deren Grund sich ein kegelförmiger, dünner, hyaliner Stift erhebt ringsum freistehend, vielleicht zur Erkennung der Luftfeuchtigkeitsqualität kommender Luftströmung während der Nahrungsaufnahme und des Saftdruckes in der Pflanze.

An den Kiefern am Außenrand näher dem Artikulationsende erkenne ich eine schlauchartige Einsenkung, ob ein Sinnesorgan wage ich nicht zu entscheiden, vielleicht aber eine Drüseneröffnung.

Flügel. Die außereuropäischen, besonders die Tropenbewohner, insbesondere die Fulgoriden, besitzen außerordentlich rippen- und felderreiche Vorderflügel. Ich nenne als Beispiel das Genus *Phromnia*, das am Flügelrand von der Clavalgrenzenmündung um das Flügelende bis zur Wurzel auf einer Länge von 4,8 cm der Species *bombycoides* etwas mehr als 200 Rippenenden zählt. Ganz nah verwandte Bildung hat die europäische Gattung *Phantia* mit 47 Marginalrippen.

Mit Ausnahme weniger Genera besitzen unsere europäischen Cicadiden ziemlich einfache Flügelfelderung. Allgemein treten hervor 3 langgestreckte Felder, meist von der Wurzel bis oder über die Mitte des Flügels reichend, Vorclavusfeld, Mittelfeld und Vorderfeld. Außerhalb dieser Hauptfelder finden sich 1—5, selten mehr Flächenfelder, welche in ihrer Lage zu den Hauptfeldern die Familien und Subfamilien kennzeichnen.

Als Klassifikationsprinzip gilt allgemein die Anordnung vom Einfachen zum Komplizierten.

Prüfen wir die gegenwärtige Klassifikation der Cicadiden, so finden wir eigentümlicherweise die einfachsten Flügelträger zuletzt, weniger komplizierte zuerst und zum Teil sehr verschiedene Felderbildungen in einer Familie vereinigt.

Die in der Flügelrippen- respektive Felderbildung am besten charakterisierte Abteilung sind die Delphaciden, außer den Jassini die artenreichste.

Erwähne gegenwärtig eine vielleicht neue Gattung mit offenem Vorderhauptfeld und *Alebra* mit 4 Hauptfeldern. *Ommatidiotus* hat nur 2 Hauptfelder.

Verbindung der Hinter- und Vorderflügel. Im Fluge sind Hinter- und Vorderflügel verschiebbar verbunden. Die Mehrzahl hat am Hinterrand der Vorderflügel eine Rinne, durch Umbiegung des Randes auf die Unterseite entstanden. In diese Rinne wird ein näher dem Außenrand des Hinterflügels sich erhebender Lappen eingelegt, zudem haben einige Genera nahe der Flügelwurzel eine Reihe gemshornähnlicher Häkchen in den proximalen Teil der Rinne sich einhängend.

Sehr gute systematische Merkmale bieten die Bewehrung, besonders der Femurenden, der Tibien und Tarsalglieder. [82]

Verlag von Arthur Georgi in Berlin SW, Hedemannstraße 10. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **1. Dezember 1901.** **Nr. 23.**

Inhalt: **Wasmann**, Giebt es thatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind? (Schluss). — **v. Linden**, Die Flügelzeichnung der Insekten (Schluss). — **Fuchs**, Der Gang des Menschen (Schluss). — **Henle**, Grundriss der Anatomie des Menschen. — **Zacharias**, Ueber die Mikroflora der Schilfstengel im Gr. Plöner See.

Giebt es thatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind?

Zugleich mit allgemeineren Bemerkungen über die Entwicklung der Myrmekophilie und Termitophilie und über das Wesen der Symphilie.

(118. Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilen und Termitophilen.)

Von **E. Wasmann S. J.** (Luxemburg).

(Schluss.)

III.

Bei meinen Beobachtungen und Studien über Myrmekophilen und Termitophilen wurde ich gelegentlich auf einige Punkte von allgemeinerer Bedeutung aufmerksam, welche die Entwicklungstheorie betreffen. Ich will sie hier nur kurz mitteilen, mit dem Vorbehalte, bei späterer Gelegenheit näher darauf zurückzukommen.

1. Die zwischen den neotropischen und den äthiopischen Dorylinen-Gästen des Mimikrytypus aus der Familie der Staphyliniden (Unterfamilie *Aleocharinae*) bestehenden Konvergenzerscheinungen[1]) lassen sich nur durch die Annahme einer wirklichen Stammesentwicklung erklären, welche von einer oder mehreren indifferenten Stammformen aus — und zwar großenteils (oder ausschließlich?) von der sehr alten, kosmopolitischen Gattung *Myrmedonia* aus — in den verschiedenen Faunengebieten in ähnlicher (analoger) Richtung, aber im einzelnen auf verschiedenen, voneinander völlig unabhängigen Wegen zu

1) Vergl. **114**, S. 275—281 (61—67 Sep.).

ähnlichen (analogen) Entwicklungsresultaten führte. Diese Aehnlichkeit der Entwicklung hat zwar auch in der ursprünglichen Verwandtschaft (oder Identität?) der betreffenden Stammform ihren Grund; sie wurde jedoch in ihrer Richtung eigentlich bestimmt durch die Aehnlichkeit der Anpassungsbedingungen, d. h. durch die Aehnlichkeit der Lebensweise der betreffenden Wirte (Wanderameisen) und durch die Aehnlichkeit des biologischen Verhältnisses, in welchem die betreffenden Gäste zu ihren Wirten standen.

2. Auf dieselben Entwicklungsfaktoren ist auch die Differenzierung der Gäste des Mimikrytypus zurückzuführen, die bei den verschiedenen Arten ein und derselben Wirtsgattung *Eciton* leben, eine Differenzierung, die bis zu den höchsten Stufen der generischen Verschiedenheit sich gesteigert hat, indem bei den verschiedenen *Eciton*-Arten zwar analoge, aber untereinander nicht direkt verwandte, sondern im Gegenteil sehr verschiedene Gattungen von Gästen des Mimikrytypus, z. B. *Mimeciton* und *Ecitophya*, sich entwickelt haben (vergl. auch hierfür **114**, S. 276, [62 Sep.]).

3. Auf ähnliche Entwicklungsfaktoren sind auch die Konvergenzen zurückzuführen, die zwischen manchen Gästen von durchaus verschiedenen biologischen Typen (Mimikrytypus und Trutztypus) sich finden, z. B. die Umbildung der Tarsen zu Haftorganen bei *Sympolemon* und *Doryloxenus*, welche ihre Wirte als Reittiere benützen (vergl. **114**, S. 278).

4. Aus einem Vergleich der neotropischen *Eciton*-Gäste mit den gleichfalls neotropischen *Atta*-Gästen ergiebt sich, dass unter ersteren sehr viele hochgradig differenzierte Formen sich finden, unter letzteren dagegen nur sehr wenige, obwohl auch die Zahl der bei *Atta* lebenden Staphyliniden eine erheblich große ist. Der Grund für jene Verschiedenheit liegt in dem verschiedenen biologischen Charakter ihrer Wirte: Die *Eciton* sind Insektenfresser, äußerst raubgierige und gewandte Wanderameisen; die *Atta* dagegen sind friedliche Blattschneider und Pilzzüchter. Daher ist die Anpassungsnotwendigkeit auf Seite der *Eciton*-Gäste eine viel größere als auf Seite der *Atta*-Gäste. Die Anpassungsnotwendigkeit bestimmt aber zugleich auch die Anpassungshäufigkeit und die Anpassungshöhe.

5. Die Beteiligung der Naturauslese ist bei der Entwicklung der verschiedenen biologischen Kategorien der Myrmekophilie und Termitophilie eine sehr verschiedene. Am größten ist sie bei den Gästen des Trutztypus (vergl. die oben geschilderte Entwicklung der *Dinarda*-Formen); sehr erheblich ist sie ferner bei den Gästen des Mimikrytypus, relativ gering endlich bei den Gästen des Symphilentypus.

6. Bei der Symphilie (dem echten Gastverhältnisse) erscheint eine neue Form der Selektion, welche großenteils an die Stelle der bloß negativ wirkenden Naturauslese tritt, die nur das minder

Passende beseitigt. Dagegen ist die neue Selektion eine von den Wirten (Ameisen oder Termiten) ausgeübte positiv wirkende Auslese, die ich als Amicalselektion bezeichne[1]). Sie beruht auf dem Adoptionsinstinkt der betreffenden Wirte. Indem die Ameisen (Termiten) die ihnen angenehmeren, bequemer zu transportierenden und aus ihren Exsudatorganen ein reichlicheres Fettsekret absondernden Gäste bevorzugten, ihnen eine sorgfältigere Pflege angedeihen ließen und diese Pflege sogar manchmal auf die Brut der Gäste ausdehnten, züchteten sie dieselben im Laufe der Zeit zu einer immer höheren Vervollkommnung und einer mannigfaltigeren Differenzierung jener Anpassungscharaktere heran, welche mit der Symphilie direkt in Verbindung stehen (vergl. hierüber bereits **60**, S. 182).

7. Diese Amikalselektion wurde von der Naturalselektion insofern unterstützt, als letztere zu gleicher Zeit die Widerstandsfähigkeit der Gäste gegen ihre oftmals gewaltsame Behandlung von seiten der Wirte erhöhte (z. B. durch zunehmende Verdickung der Seitenränder des Halsschildes von *Lomechusa*), und indem sie überhaupt die Entwicklung jener Charaktere bei den Gästen förderte, welche kein Gegenstand der Amikalselektion sein konnten, aber dennoch für die Symphilie indirekt nützlich waren.

8. In anderer Beziehung wirkte dagegen die Amikalselektion der Naturalselektion direkt entgegen und trug über sie den Sieg davon. Indem nämlich manche[2]) echte Gäste sich unter dem Schutze der Symphilie zu den verderblichsten Brutparasiten ihrer Wirte ausbildeten (*Atemeles* und *Lomechusa* und ihre kausale Beziehung zur Entstehung der Pseudogynen bei *Formica*), musste die Naturalselektion zu Gunsten der Wirte auf eine Unterdrückung der Symphilie hinarbeiten, indem sie auf Seite der Ameisen jene Keimesvariationen bevorzugte, welche eine verminderte Neigung zur Pflege jener Spitzbuben mit sich brachten, während andererseits die Amikalselektion auf eine konsequente Weiterentwicklung der Symphilie und dadurch auf eine immer größere Schädigung der Wirte hinarbeitete. Die Naturalselektion durfte nicht gestatten, dass die Neigung zur Pflege fremder Gäste in den Ameisenkolonien sich zu einem so hohen Grade entwickelte, dass die betreffenden Kolonien regelmäßig ruiniert werden, wie es durch die fortgesetzte *Lomechusa*-Zucht bei *Formica sanguinea* (nach meiner Statistik der *sanguinea*-Kolonien bei Exaten in Holland)

1) Ich wähle diesen Ausdruck statt des vielleicht näher liegenden „Hospitalselektion", da letztere doch zu sehr an das Hospital erinnert, während „Commensalselektion" den biologischen Charakter der Symphilie nicht genügend zum Ausdruck bringt.

2) Aber keineswegs alle, wie Escherich irrtümlich glaubt, um die Symphilie mit dem Parasitismus identifizieren zu können. Vergl. im IV. Teil vorliegender Studie.

thatsächlich der Fall ist. Aus diesem Antagonismus zwischen Amikalselektion und Naturalselektion und aus dem Siege der ersteren über die letztere erklärt sich der scheinbare Widerspruch, dass die Ameisen in manchen ihrer echten Gäste (besonders aus den Gattungen *Lomechusa* und *Atemeles*) ihre größten Feinde gezüchtet haben und noch gegenwärtig züchten.

IV.

Das Verhältnis der Symphilie zur Selektionstheorie wurde soeben im Abschnitte III, 5—8, kurz dargelegt. Die früher von meinem geschätzten Kollegen Herrn Dr. Karl Escherich gegen meine diesbezüglichen Ausführungen (**60**, S. 182) erhobenen Einwände sind bereits an anderer Stelle (**92**, S. 515 und **95**, S. 124) von mir berücksichtigt worden. Es bleibt somit nur noch übrig, den letzten Einwand zu prüfen, welchen Escherich seither (im Zool. Centralblatt 1899 Nr. 1, S. 17 und 18) gegen meine Auffassung geltend gemacht hat[1]).

Um zu zeigen, dass die Erziehung der *Lomechusa*-Larven durch die Ameisen gegen „die Allmacht der Naturzüchtung" spreche, hatte ich folgenden Beweis erbracht (**92**, S. 515).

Durch die Annahme, dass der Symphilieinstinkt der Ameisen seiner inneren Natur nach keinen eigenen Instinkt darstelle, sondern bloß eine Ausdehnung des Brutpflegeinstinktes auf fremde Wesen sei, werden die der Selektionstheorie hier entgegenstehenden Schwierigkeiten keineswegs beseitigt; denn „die Selektion muss nicht bloß der Entstehung eines besonderen, für seine Besitzer schädlichen Instinktes entgegenwirken, sondern ebenso auch der Ausdehnung eines an und für sich nützlichen Instinktes auf schädliche Objekte. Wenn z. B. bei einem Tier der Instinkt sich entwickelte, angenehm schmeckende Giftpflanzen zu fressen, obwohl dieselben dem Tiere sich als schädlich erweisen, so wird man nicht leugnen können, dass diese Erscheinung in direktem Widerspruch mit den Prinzipien der Selektionstheorie stehe". Um diesen Beweis zu entkräften, erwidert Escherich: „Nur da kann die Selektion wirksam sein als umbildendes Prinzip, wo die schädlichen oder überhaupt die veränderten äußeren Einflüsse auf die ganze Art (alle Individuen) gleichmäßig einwirken, nicht aber da, wo nur einige wenige Individuen davon betroffen werden. Nach Wasmann wäre ja auch jedes Schaf, das Pflanzen mit Cercarien frisst, ein Beweis gegen die Selektionstheorie; und viele andere para-

1) Die von Escherich daselbst angekündigte Abhandlung „Ueber den Begriff und das Wesen der Symphilie" ist leider noch immer nicht erschienen. Ich wollte dieselbe abwarten, um die Begründung der von Escherich in jenem Referate aufgestellten Sätze kennen zu lernen, kann aber jetzt nicht länger mehr zögern, jene Sätze auf ihre Haltbarkeit zu prüfen.

sitäre und toxische Krankheiten müssten der Selektionstheorie das Todesurteil sprechen, wollte man die letzten Konsequenzen aus der Wasmann'schen Anschauung ziehen. Auch die Symphilie ist nichts anderes als eine parasitäre Infektionskrankheit, von der die verschiedenen Ameisenkolonien (Individuen 5. Ordnung nach Verworn) befallen werden."

Hierauf habe ich folgendes zu erwidern:

Erstens. Es ist nicht richtig, dass die Selektion nur dort als umbildendes Prinzip wirksam sein könne, wo die veränderten äußeren Einflüsse auf die ganze Art gleichmäßig einwirken. Es genügt völlig, dass sie auf eine bestimmte Individuengruppe innerhalb einer Art einwirke; diese Gruppe kann sich dann zu einer neuen Varietät, zu einer neuen Rasse und schließlich zu einer neuen Art unter den veränderten neuen Einflüssen entwickeln. So musste z. B. auch die Differenzierung der neuen *Dinarda*-Formen bei bestimmten Individuengruppen beginnen, welche zuerst in die Gesellschaft der neuen Wirte gelangt waren. Das Grundprinzip, welches Escherich's Beweisführung stützen soll, ist somit nicht allgemein giltig.

Zweitens. Es wird mir niemals einfallen, zu behaupten, dass — wie Escherich mir nahelegen möchte — jedes Schaf, das mit Cercarien besetzte Pflanzen frisst, oder jede parasitäre oder toxische Krankheit einen Beweis gegen die Selektionstheorie bilde. Escherich hat hier ganz verschiedene Dinge miteinander verwechselt. Die Vorliebe der Ameisen für bestimmte echte Gäste und die Neigung zur Erziehung derselben ist ein erblicher Instinkt bei den betreffenden Ameisenarten, also ein erbliches Gemeingut der ganzen Species. Für *F. sanguinea* und *Lomechusa* habe ich das in den „Internationalen Beziehungen von *Lomechusa strumosa*" (24) speziell nachgewiesen. Wie Escherich einen derartigen erblichen Instinkt mit Schafen vergleichen kann, die zufällig mit Cercarien besetzte Pflanzen fressen, oder mit einer parasitären oder toxischen Krankheit, das ist mir völlig unverständlich.

Drittens. Der von Escherich durch Sperrdruck hervorgehobene Satz: „Auch die Symphilie ist nichts anderes als eine parasitäre Infektionskrankheit, von der die verschiedenen Ameisenkolonien (Individuen 5. Ordnung nach Verworn) befallen werden", — ist durchaus unhaltbar. Er wird bereits durch die Thatsache widerlegt, dass nicht der allgemeine Adoptionstrieb der Ameisen, sondern ganz bestimmte spezifische Instinkte, welche sämtlichen Kolonien einer Art oder einer Rasse eigen sind, die nächste Grundlage der Symphilie bilden. *Formica sanguinea* frisst den *Atemeles emarginatus* einfach auf, statt ihn zu pflegen und seine Larven zu erziehen, weil eben nur *Formica fusca* den erblichen Adoptions-

instinkt für *Atemeles emarginatus* hat; ja sogar *F. rufibarbis*, die doch nur eine Rasse (subspecies) von *F. fusca* ist, giebt sich nicht mit der Pflege und Erziehung von *Atemeles emarginatus* ab, sondern nur mit jener von *Atemeles paradoxus*! Das sind Thatsachen, welche der Behauptung Escherich's, dass die Symphilie nur eine parasitäre Infektionskrankheit der einzelnen Ameisenkolonien sei, sehr ungünstig sind.

Dieselben Thatsachen zeigen uns auch, in welchem Sinne man mit Recht sagen könne, der Symphilieinstinkt der Ameisen sei kein eigener Instinkt, sondern wesentlich identisch mit dem allgemeinen Adoptionstriebe der Ameisen. Dies gilt nur für seine psychologische und seine stammesgeschichtliche Wurzel. Dieselbe ist in der That, wie ich bereits früher gezeigt habe (**59** und **60**), in dem Adoptionstriebe der Ameisen zu suchen, vermöge dessen sie gewisse, ihnen angenehme fremde Gesellschafter oder sogar auch deren Brut pflegen. Diese Wurzel hat jedoch im Verlaufe der Stammesentwicklung der Ameisen eine große Menge spezifisch verschiedener Symphilieinstinkte hervorgebracht, deren jeder meist nur innerhalb der betreffenden engeren Artengruppe (wie die *Claviger*-Pflege bei *Lasius*), oder nur innerhalb ein und derselben Art (hierher gehören die meisten Fälle), oder sogar nur innerhalb einer bestimmten Rasse einer Art (Erziehung von *Atemeles emarginatus* bei *F. fusca*, von *Atemeles paradoxus* bei *F. rufibarbis*) erblich ist. Die spezifische Begrenzung der Symphilieinstinkte ist durchschnittlich um so enger und um so schärfer, je höher das betreffende Gastverhältnis entwickelt ist und je ausschließlicher die symphilen Anpassungscharaktere des Gastes nur auf einen ganz bestimmten Wirt sich beziehen. Je niedriger dagegen die Stufe der Symphilie ist, je weniger die Anpassungscharaktere des Gastes differenziert sind, desto allgemeiner und unbestimmter ist auch der entsprechende Symphilieinstinkt der Wirte; aus diesem Grunde ist z. B. *Hetaerius ferrugineus* ein nahezu internationaler Gast vieler verschiedener Ameisenarten, ja sogar verschiedener Ameisengattungen.

Phylogenetisch bedingen sich die spezifische Differenzierung eines Symphilieinstinktes und die spezifische Differenzierung der Anpassungscharaktere eines Gastes gegenseitig, jedoch so, dass erstere ursächlich vorangeht, obwohl sie auch von letzterer wiederum beeinflusst wird. Denn die eigentümlichen Anpassungscharaktere der Symphilen an ihre betreffenden Wirte sind ja, soweit es sich um wirklich symphile Charaktere handelt, **als ein positives Produkt der Amikalselektion zu betrachten** (vergl. den III. Teil dieser Arbeit Nr. 6—8).

Die von mir oftmals konstatierte Thatsache, dass die Ameisen vielfach auch Gäste fremder Arten durch eigene Erfahrung kennen

zu lernen vermögen, beweist nichts dagegen; sie zeigt uns im Gegenteil gerade den großen Unterschied zwischen einem erblichen Symphilieinstinkt und den neu erworbenen Modifikationen desselben. *Formica sanguinea* muss erst durch Vermittlung ihrer Hilfsameisen oder durch besondere „Quarantainemaßregeln" von seite des Experimentators dazu bewogen werden, einen *Atemeles emarginatus* oder *paradoxus* gastlich zu behandeln, während dieselbe *F. sanguinea* auch in jenen Kolonien, welche niemals *Lomechusa* besaßen, eine *Lomechusa strumosa* sofort aufnimmt und wie einen alten Bekannten behandelt. Hieraus folgt, dass die Neigung zur gastlichen Pflege dieses Käfers bereits von sehr alten Vorfahren unserer heutigen *sanguinea* durch Vererbung auf sämtliche *sanguinea*-Kolonien übertragen worden ist. Daher können und müssen wir den Symphilieinstinkt, welchen diese Ameise gegenüber *Lomechusa strumosa* bethätigt, mit Recht als einen speziellen, im Laufe der Stammesgeschichte erworbenen Instinkt bezeichnen. Derselbe ist so mächtig, dass selbst der einer *Lomechusa* anhaftende intensive Geruch von *Lasius fuliginosus*, der für *F. sanguinea* ein wahrer Gräuel ist, nur ganz vorübergehend die Wiedererkennung einer *Lomechusa* durch ihre Wirte zu verhindern vermag (vergl. **24**, S. 651).

Die Idee Escherich's, die Symphilie für eine parasitäre Infektionskrankheit zu erklären, von welcher die verschiedenen Ameisenkolonien als „Individuen 5. Ordnung" befallen werden sollen, erweist sich somit als nicht zutreffend. Ich sehe hierbei ganz ab von dem kühnen Gebrauche, der hier von den „Individuen 5. Ordnung" gemacht wird. Wir sind bereits daran gewöhnt, dass man aus irgendwelchen Teilen oder irgendwelchen Gruppen wirklicher Individuen heutzutage je nach theoretischem Bedürfnis fingierte Individuen niederer oder höherer Ordnung mache. Aber man darf deshalb doch nicht glauben, dass dieser metaphorische Gebrauch des Wortes „Individuum" irgend eine logische Beweiskraft besitze.

Gehen wir nun auf das Wesen der Symphilie noch etwas näher ein. Escherich glaubt, dieselbe sei „eine parasitäre Infektionskrankheit", weil er das Wesen der Symphilie mit ihren sekundären Begleiterscheinungen verwechselt. Dass hier eine wirkliche Begriffsverwechslung[1]) vorliegt, ergiebt sich aus folgenden Erwägungen:

1) Ich sage „eine Begriffsverwechslung", nicht „ein Sophisma". Letzteres Wort bezeichnet nämlich einen absichtlichen Trugschluss, der dazu dienen soll, andere zu täuschen. Eine derartige Absicht einem wissenschaftlichen Gegner unterzuschieben, ist meist ein Zeichen von geistiger Schwäche von seite dessen, der diesen Vorwurf erhebt; wenn man eine Beweisführung unbequem findet, so will man sie nicht selten damit „widerlegen", dass man sie für ein „Sophisma" ausgiebt. Wer jedoch nicht den Beweis zu erbringen vermag, dass die Argumentation

Das Wesen der Symphilie besteht in der gastlichen Pflege, welche die Ameisen (Termiten) bestimmten fremden Tieren zuwenden, die ihnen aus irgend einem Grunde besonders angenehm sind. Diese Gründe können verschiedene sein. Bei den eigentlichen Symphilen, speziell bei jenen Koleopteren, die zu den echten Ameisen- und Termitengästen zählen, ist es ein bestimmtes Fettsekret von flüchtiger Natur, das entweder durch eigene Hautdrüsen in Verbindung mit äußeren Exsudatorganen (Trichombüschel, Abdominal-, Thorax-, Fühlergruben etc.) ausgeschieden wird, wie bei *Lomechusa*, *Paussus* und den meisten symphilen Koleopteren unter den Ameisengästen, oder das einfach durch die Poren der membranösen Körperhaut verdunstet, wie bei den physogastren Termitengästen. In letzterem Falle ist es sehr wahrscheinlich, dass das betreffende Exsudat bloß ein Element der gewöhnlichen Blutflüssigkeit des Gastes ist (vergl. **114**, S. 219 [5 Sep.] und S. 281 [67 Sep.]).

Nahe verwandt mit der Symphilie ist das biologische Band, welches die Ameisen mit den Aphiden, Cocciden, manchen exotischen Cercopiden und Membraciden und endlich mit den myrmekophilen „Honigraupen" unter den Lycäniden verknüpft[1]). Die Aphiden und Cocciden können natürlich nur insoweit hier in Frage kommen, als sie gesetzmäßig in Ameisennestern leben oder gesetzmäßig von den Ameisen außerhalb der Nester besucht werden und bestimmte morphologische Anpassungscharaktere an den Ameisenbesuch aufweisen, wie dies auch bei den myrmekophilen Lycänidenraupen der Fall ist. Das Exsudat der Aphiden, das die Ameisen an sie fesselt, sind einfach ihre zucker-

---

des Gegners wirklich ein Trugschluss war, der sollte sich lieber hüten, das Wort Sophisma zu gebrauchen, da der Inhalt desselben nur auf ihn selber zurückfällt.

1) Ueber letztere vergl. außer den in 38, S. 169—172 citierten Quellen noch die neue Studie von H. Thomann, „Schmetterlinge und Ameisen". Beobachtungen einer Symbiose zwischen *Lycaena Argus* L. und *F. cinerea* Mayr. Chur 1901. — Die spezifische Begrenzung der mit der Symphilie verwandten Beziehungen, welche die Aphiden, Cocciden, Membraciden, Cercopiden und Lycäniden mit ihren Wirten verknüpfen, ist meist eine viel geringere und daher eine viel weitere und universellere als bei der Symphilie im engeren Sinne. Aber auch bei jenen finden sich Fälle von wirklicher spezifischer Begrenzung. Die Wurzellaus *Paracletus cimiciformis* Heyd. ist eine gesetzmäßige „Honigkuh" von *Tetramorium caespitum*. Die beiden myrmekophilen Cocciden *Ripersia europaea* Newst. und *R. Wasmanni* Newst. sind gesetzmäßige Haustiere bestimmter *Lasius*-Arten, erstere von *Lasius niger* subsp. *alienus*, seltener von *L. niger* i. sp., letztere von *Lasius flavus*, seltener von *L. niger* und *alienus*. Einen Fall sehr hochgradiger Differenzierung bei Aphiden, die an die grotesken Anpassungscharaktere mancher Symphilen erinnert, zeigt eine termitophile Aphide aus Kolumbien (*Termitaphis circumvallata* Wasm. i. l.), die von meinem Freunde Forel bei *Dentitermes Foreli* Wasm. i. l. entdeckt wurde.

haltigen Exkremente. Ueber das Exsudat der myrmekophilen Lycäniden-raupen fehlen noch nähere Untersuchungen.

Soviel ergiebt sich jedoch unmittelbar aus dem Vergleiche dieser Tiere mit den symphilen Kolcopteren, dass in beiden Fällen angenehme Sekrete es sind, welche die Ameisen bewegen, diesen Tieren ihre Pflege zuzuwenden und manchmal dieselbe sogar auf die Brutpflege der Gäste auszudehnen (Larven von *Atemeles* und *Lomechusa*, Eier und Larven bestimmter Aphiden). Was berechtigt nun dazu, die Symphilie einfach für eine parasitäre Infektionskrankheit der Ameisenkolonien auszugeben?

Vielleicht etwa der Umstand, dass in manchen Fällen die Symphilen zugleich auch „Brutparasiten" der Ameisen sind? Keineswegs; denn Parasitismus im weiteren Sinne kommt bei allen vom Parasitismus im engeren Sinne (Ento- und Ektoparasitismus) trotzdem verschiedenen biologischen Klassen der Myrmekophilie und Termitophilie häufig vor. Wenn man wegen des Parasitismus im weiteren Sinne, der ein anderes biologisches Verhältnis begleitet, das letztere einfach seinem Wesen nach für nichts weiter als bloßen Parasitismus erklärt, so begeht man einen bedenklichen Missgriff und muss auf eine biologische Einteilung der Myrmekophilen und Termitophilen verzichten, da doch alles nur „Parasitismus" wäre. Dadurch brächte man aber keine Klarheit, sondern nur Verwirrung in jene biologischen Verhältnisse. Dies erhellt auch daraus, dass in manchen Fällen sogar Parasitismus im engeren Sinne mit der Symphilie sich thatsächlich verbinden kann, z. B. bei *Thorictus Foreli* und seinen Verwandten (**91** und **94**).

Was speziell die echten Gäste (Symphilen) anlangt, sind dieselben allerdings in vielen Fällen neben ihrem Charakter als Symphilen auch noch Parasiten im weiteren Sinne. Sogar die *Lomechusa*, *Atemeles*, *Claviger*, welche doch aus dem Munde ihrer Wirte gefüttert werden, fressen trotzdem nebenbei manchmal auch an den Larven oder den Puppen ihrer Wirte. Die *Paussus* scheinen nach Peringuey und Escherich sogar ausschließlich auf die letztere Ernährungsweise angewiesen zu sein, obwohl die Mehrzahl der *Paussus* zweifellos zu den echten Gästen gehört, die von ihren Wirten wirklich gastlich behandelt, beleckt und umhertransportiert werden. Es giebt jedoch auch Fälle von Symphilie, die nicht vom Parasitismus begleitet sind. Ich nenne hierfür *Amphotis marginata* F., die von ihren Wirten (*Lasius fuliginosus*) beleckt wird und sich sehr oft aus dem Munde ihrer Wirte füttern lässt, welche sie durch zudringliche Fühlerschläge anbettelt (vgl. **25**, S. 347). Sie schmarotzt nicht an der Brut ihrer Wirte, sondern hält sich in ganz anderen Nestteilen als in den Larvenkammern auf; sie sitzt gewöhnlich unter der losen Rinde der von *Lasius fuliginosus* bewohnten Stämme, und zwar oft in großen Herden beisammen, welche

von den Ameisen daselbst besucht, beleckt und gefüttert werden. Die nächste Verwandte von *Amphotis* ist die Gattung *Soronia*, die unter Rinde lebt und von ausfließendem Baumsaft sich nährt. Wir müssen annehmen, dass auch *Amphotis* ursprünglich diese Lebensweise führte, bevor sie zu einem echten Ameisengast wurde. Sollen wir nun etwa *Amphotis marginata* aus der Liste der Symphilen deshalb ausstreichen, weil sie kein Brutparasit ihrer Wirte ist? Das hieße doch den Thatsachen Gewalt anthun zu Gunsten einer vorgefassten subjektiven Meinung; denn sie wird ja von ihren Wirten beleckt und aus deren Mund gefüttert. Das Wesen der Symphilie besteht eben in der gastlichen Pflege, welche die Wirte ihren Gästen zuwenden.

Die Folgerung, die sich hieraus ergiebt, ist klar. Wenn sich auch nur ein einziges Beispiel nachweisen lässt, wo die Symphilie nicht mit Parasitismus verbunden ist, so ist es offenbar falsch, dass die Symphilie ihrem Wesen nach nichts anderes sei als eine parasitäre Infektionskrankheit.

Hieraus folgt ferner, dass wir den Parasitismus auch dort, wo er mit der Symphilie thatsächlich verbunden ist, nicht mit der letzteren verwechseln dürfen. Die Symphilie kann ihren Besitzern in vielen Fällen als Deckmantel und Schutzmittel zur leichteren Ausübung des Parasitismus dienen; aber darum sind Symphilie und Parasitismus doch noch keineswegs identisch.

Die Beziehung, in welcher der Parasitismus zur Symphilie steht, kann eine doppelte sein: entweder war der Parasitismus das primäre Verhältnis und die Symphilie entwickelte sich erst sekundär, wobei sie dann auch den Parasitismus und speziell den Brutparasitismus unterstützte. Oder die Symphilie war das primäre Verhältnis und der Parasitismus der betreffenden Gäste entwickelte sich unter ihrem Schutze erst sekundär. Beide Beziehungen dürften thatsächlich ihre Vertreter unter den Symphilen haben. Die erstere obwaltete in allen jenen Fällen, wo ursprünglich indifferent geduldete oder sogar feindlich verfolgte Einmieter, die ihren Unterhalt als Schmarotzer (sensu latiori) an den Ameisen oder deren Brut fanden, später zu der höheren biologischen Stufe der Symphilie aufstiegen; auf diesem Wege werden z. B. die *Lomechusini* aus den feindlich verfolgten *Myrmedoniini* hervorgegangen sein, so müssen die symphilen Histeridengattungen *Teratosoma*, *Terapus* und sämtliche *Hetaeriini* aus Vorfahren sich entwickelt haben, die wegen ihres systematischen Trutztypus (Histeriden) früher mehr oder minder indifferent geduldet worden waren, u. s. w. Aber auch der entgegengesetzte Weg ist in anderen Fällen nicht nur denkbar, sondern sehr wahrscheinlich. Die *Claviger* sind wohl erst dann zu Brutparasiten ihrer Wirte geworden, als sie bereits lange Zeit echte Gäste gewesen waren; denn ihre Stammesverwandten, die Pselaphiden, sind Milbenfresser, und als solche werden auch die

ältesten Vorfahren der Clavigeriden, die wir von den Pselaphiden durch lauter auf die Symphilie bezügliche Anpassungscharaktere ableiten können und müssen, in den Ameisennestern Aufnahme gefunden haben.

Mag nun in einem speziellen Falle der Parasitismus das primäre und die Symphilie das sekundäre Verhältnis gewesen sein oder umgekehrt, stets bleiben doch Parasitismus und Symphilie wesentlich verschiedene biologische Beziehungen.

Die Symphilie schlechthin für eine parasitäre Infektionskrankheit zu erklären, von welcher die einzelnen Ameisenkolonien befallen werden, ist ferner auch deshalb unzutreffend, weil der Schaden, den die Symphilen ihren Wirten zufügen, nur selten so bedeutend ist, dass man deshalb von einem krankhaften Zustand der betreffenden Ameisenkolonien reden könnte. So vermochte ich z. B. für jene Kolonien von *Lasius flavus* und *alienus*, welche *Claviger testaceus* in großer Menge beherbergen, bisher weder in Böhmen noch im Rheinland, noch in Holland, noch in Luxemburg auch nur einen einzigen Fall zu konstatieren, in dem die betreffende Ameisenkolonie irgendwelche Spuren von erheblicher Schädigung gezeigt hätte. Einzelne mit braunen Flecken gezeichnete Exemplare unter den großen weiblichen Larven sind die ganze Uebelthat der *Claviger*; aber weder die normale Entwicklung der geflügelten Geschlechter, deren Zahl höchstens um ein paar Individuen verringert wird, noch die Menge und die Körpergröße der Arbeiterinnen wird dadurch erheblich beeinträchtigt. Weitaus die Mehrzahl der symphilen Koleopteren sind — bis der Beweis für das Gegenteil erbracht ist — nach den bisherigen Befunden als relativ harmlose Schmarotzer anzusehen, welche die von ihnen bewohnten Ameisenkolonien nicht in einen krankhaften Zustand versetzen. Es wäre daher sehr voreilig, wenn man die Ergebnisse meiner Beobachtungen über *Atemeles* und *Lomechusa* verallgemeinern und auf alle Symphilen ausdehnen wollte. Davor warnt uns schon der Umstand, dass, soweit bisher bekannt, nur bei den *Lomechusini* auch die Larven der Käfer von den Ameisen erzogen werden, und dass gerade die Larven es sind, deren Erziehung die betreffenden Ameisenkolonien so schwer schädigt, wie ich insbesondere für die Kolonien von *Formica sanguinea*, welche *Lomechusa strumosa* beherbergen, durch eine fünfjährige, über 410 Kolonien (bei Exaten in Holland) sich erstreckende Statistik nachgewiesen habe. Hier mögen einige diesbezügliche Resultate kurz erwähnt werden.

Die Schädigung der *sanguinea*-Kolonien durch die Erziehung der *Lomechusa*-Larven ist eine vierfache. Erstens dezimiert oder vernichtet sie die Ameisenbrut, indem die Ameiseneier von den neugeborenen *Lomechusa*-Larven massenhaft aufgefressen werden. Zweitens entzieht sie den Ameisenlarven der betreffenden Kolonien den

größten Teil des Larvenfutters, indem die *Lomechusa*-Larven, sobald sie einige Millimeter lang sind, fast ausschließlich aus dem Munde der Arbeiterinnen gefüttert werden und nur noch selten Ameisenlarven fressen. Die *Lomechusa*-Larven wachsen aber wenigstens fünfmal so rasch als die Ameisenlarven und brauchen daher, da sie fortwährend gefüttert werden, eine wenigstens fünffache Menge des von den Arbeiterinnen in ihren Kröpfchen aufgespeicherten Nahrungssaftes. Da aber manchmal hunderte von *Lomechusa*-Larven in einer einzigen Kolonie in einem Sommer aufgezogen werden, ist die Schädigung, welche der normalen Brutpflege der Ameisen hieraus erwächst, eine sehr bedeutende. Nähere Details und Berechnungen werde ich später mitteilen. Drittens unterdrückt die fortgesetzte Erziehung dieser Adoptivlarven die normale Erziehung der geflügelten Geschlechter und speziell der Weibchen, an deren Stelle in den betreffenden Kolonien die Erziehung der *Lomechusa* tritt; dadurch werden aber jene Kolonien nutzlos für die Erhaltung der Ameisenart. Viertens führt die fortgesetzte Erziehung der *Lomechusa*-Larven zur Entwicklung einer krüppelhaften Zwischenform zwischen Weibchen und Arbeiterin, die ich als Pseudogynen bezeichnet habe (**46**), und welche schließlich mit ihrer numerischen Zunahme die Degeneration und den Untergang der betreffenden Kolonie herbeiführt, indem die Pseudogynen weder als Geschlechtstiere noch als Arbeiterinnen thätig sind. Durch alle bisherigen Funde ist meine Ansicht bestätigt worden, dass zwischen der Erziehung der Larven der *Lomechusini* und der Entwicklung der Pseudogynen ein ursächlicher Zusammenhang besteht, indem Pseudogynen nur bei jenen Ameisenarten und in jenen Ameisenkolonien vorkommen, wo die Larven von *Lomechusini* erzogen werden.

Als wahrscheinlichste Erklärung habe ich bereits früher (**59**) angegeben, dass die fortgesetzte Erziehung jener Adoptivlarven eine pathologische Veränderung des normalen Brutpflegeinstinktes der Wirte veranlasse, eine Veränderung, die sich dadurch kundgiebt, dass die betreffenden Arbeiterinnen nicht mehr normale Weibchen, sondern nur noch Arbeiterinnen und pseudogyne Zwischenformen von Weibchen und Arbeiterin zu erziehen vermögen. Auch diese Ansicht fand ich bisher nur bestätigt, obwohl das „wie" jener Erklärung immer noch dunkel bleibt; auf Einzelheiten kann ich hier nicht näher eingehen, sondern verschiebe dieselben auf eine spätere eigene Arbeit.

Vielleicht hat gerade der Umstand, dass ich selber die Entwicklung der Pseudogynen auf eine krankhafte Abänderung des normalen Brutpflegeinstinktes der Wirte zurückführte, meinen Kollegen Escherich darin bestärkt, die Symphilie überhaupt für eine parasitäre Infektionskrankheit zu erklären, von welcher die einzelnen Ameisen-

kolonien befallen werden. Aber dieser Folgerung kann ich nicht beipflichten. Die Entartung des Brutpflegeinstinktes der Arbeiterinnen ist ja nach meiner Erklärung bloß eine sekundäre Wirkung der Symphilie und diese Wirkung zeigt sich thatsächlich nur bei der Erziehung von Larven der *Lomechusini* durch die Ameisen. Nichts berechtigt uns dazu, diesen Spezialfall zu verallgemeinern und dieselben oder ähnliche pathologische Wirkungen für die gastliche Pflege aller Symphilen anzunehmen; sonst müssten ja auch thatsächlich ähnliche Folgen bei allen anderen Ameisenarten auftreten, welche symphile Koleopteren beherbergen. Aber selbst für den einstweilen imaginären Fall, dass solche pathologische Folgen die Symphilie allgemein begleiteten, so würde dadurch doch das Wesen der Symphilie nie und nimmer zu einer „parasitären Infektionskrankheit." Der krankhafte Zustand der betreffenden Kolonien würde stets nur eine sekundäre Folge der Symphilie sein und an dem Wesen derselben gar nichts ändern. Die Symphilie würde trotzdem ein echtes Gastverhältnis bleiben.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass die vorliegende Meinungsdifferenz, die zwischen Escherich und mir bezüglich des Wesens der Symphilie besteht, den Wert der trefflichen Beiträge Escherich's zur Biologie der Myrmekophilen (*Paussus, Thorictus* etc.) in meinen Augen keineswegs vermindert. Die obigen Ausführungen sollten nur dazu dienen, um über das Wesen der Symphilie und ihre Beziehung zum Parasitismus eine neue sachliche Aufklärung zu bieten, welche nicht bloß für die Myrmekophilie und Termitophilie, sondern auch für das gesamte Problem der Symbiose im Tierreich von Interesse ist.

Um eventuelle Missverständnisse bezüglich meiner Stellung zur Descendenztheorie auszuschließen, mögen folgende kurz zusammengefasste Bemerkungen dienen.

Wenn jemand nachzuweisen vermag, dass die im II. Teil vorgebrachten Gründe für eine thatsächlich noch heute innerhalb der Gattung *Dinarda* sich vollziehende Stammesentwicklung nicht stichhaltig sind, so werde ich seine Berichtigungen gerne entgegennehmen. Wenn er mir ferner zu beweisen vermag, dass eine Ausdehnung der bei *Dinarda* gewonnenen Resultate auf eine stammesgeschichtliche Entwicklung des Trutztypus der *Dinardini* den Grundsätzen der „exakten Forschung" widerspreche und dass letzterer sich ohne Descendenz ebenso gut oder noch besser erklären lasse, so habe ich ebenfalls nichts dagegen. Dasselbe gilt auch für die im III. Teile erwähnten Konvergenzerscheinungen zwischen den Dorylinen-Gästen des Mimikrytypus im neotropischen und aethiopischen Gebiet sowie für die in III. und IV. erwähnten Erscheinungen der Symphilie. Weist man mir

nach, dass alle diese Thatsachen sich ohne Annahme einer Descendenz auf anderem natürlichem Wege ebenso gut oder besser erklären lassen, so will ich zugestehen, dass die Descendenztheorie auf diesem Gebiete einer sachlichen Begründung entbehre. Sonst wird man es mir nicht verargen können, wenn ich die Descendenztheorie als die beste Erklärung der Thatsachen anerkenne, ohne die man hier nicht fertig wird.

Aber wie ich es als denkender Naturforscher für unabweisbar halte, die Descendenztheorie so weit anzuerkennen als sie sachlich begründet ist, so müsste ich es doch für völlig verfehlt halten, ihr auch dort unbedingt beizupflichten, wo sie nicht bewiesen ist. Ihre sachliche Begründung wird nun aber um so schwächer, um je höhere Abteilungen des Tierreichs es sich handelt; dort werden die Wahrscheinlichkeiten vielfach zu leeren Möglichkeiten. Wer daher von mir verlangen würde, die Descendenztheorie in ihrer weitesten Ausdehnung und mit allen ihren sogenannten „Konsequenzen" und „Postulaten" schlechthin anzunehmen, der würde einen dogmatischen Zwang ausüben wollen, dem ich als denkender Naturforscher mich nicht unterwerfe. Dass die meisten systematischen Arten der Gegenwart und auch nicht wenige Gattungen und Familien als wirklich stammesverwandt untereinander bezw. mit fossilen Formen anzusehen sind, halte ich für eine thatsächlich wohlbegründete Hypothese. Aber wie viele Stammesreihen es giebt, das ist eine Frage, die sich gegenwärtig noch nicht im entferntesten beantworten lässt. Gegen den heutzutage oft genug von gewissen Heißspornen gemachten Versuch, ihre subjektiven entwicklungstheoretischen Spekulationen anderen Naturforschern gewaltsam aufzuzwingen unter Strafe der wissenschaftlichen Achterklärung, muss ich ebenso entschieden protestieren wie Fleischmann es gethan hat.

Litteraturverzeichnis.

Die in dieser Arbeit erwähnten Publikationen anderer Autoren sind bereits in den Anmerkungen auf den betreffenden Seiten näher citiert. Es erübrigt daher nur noch, eine Liste jener eigenen Publikationen zu geben, auf welche namentlich der II. Abschnitt (über die Entwicklung der *Dinarda*-Formen) sich stützt und welche sonst noch im Verlaufe der Arbeit angezogen wurden. Es scheint hierfür am zweckmäßigsten, dieselben Nummern zu wählen, welche jene Arbeiten im Litteraturteile des „Kritischen Verzeichnisses" (1894), der „Psychischen Fähigkeiten der Ameisen" (1899) und der „Neuen Dorylinen-Gäste" (1900) haben.

1. Ueber die Lebensweise einiger Ameisengäste, I. — Deutsch. Entomol. Ztschr. 1886, I, S. 49—66.
2. Ueber die Lebensweise einiger Ameisengäste, II. — Ibidem 1887, I, S. 108—122.
5. Beiträge zur Lebensweise der Gattungen *Atemeles* und *Lomechusa*, Haag 1888. — Tijdschr. v. Entomol. XXXI, S. 245 – 328.

9. Zur Lebens- und Entwicklungsgeschichte von *Dinarda*. — Wien. Entom. Ztg. 1889, S. 153—162.

10. Zur Kenntnis der *Dinarda*-Formen. — Ibidem S. 181—182.

11. Vergleichende Studien über Ameisengäste und Termitengäste, Haag 1890. — Tijdschr. v. Entomol. XXXIII. S. 27—97 und 262—266.

18. Verzeichnis der Ameisen und Ameisengäste von Holländisch-Limburg, Haag 1891. — Ibidem XXXIV. S. 39—64.

20. Vorbemerkungen zu den internationalen Beziehungen der Ameisengäste. — Biol. Centrabl. XI, 1891, Nr. 11, S. 331—343.

24. Die internationalen Beziehungen von *Lomechusa strumosa*. — Ibidem XII, 1892, Nr. 18—21.

25. Zur Biologie einiger Ameisengäste. — Deutsch. Entom. Ztschr. 1892, II, S. 347—351.

33. Die europäischen *Dinarda*, mit Beschreibung einer neuen deutschen Art. — Ibidem 1894, II, S. 275—280.

37. *Formica exsecta* Nyl. und ihre Nestgenossen. — Verh. Nat. Ver. Bonn, LI. 1894, Heft 1, S. 10—22.

38. Kritisches Verzeichnis der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden. Mit Angabe der Lebensweise und Beschreibung neuer Arten. Berlin 1894.

42. Die Ameisen- und Termitengäste von Brasilien, I. — Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 1895, 4. Heft, S. 137—179.

46. Die ergatogynen Formen bei den Ameisen und ihre Erklärung. — Biol. Centralbl. XV, 1895, Nr. 16 und 17, S. 606—646.

49. *Dinarda*-Arten oder Rassen? — Wien. Entom. Ztg. 1896, 4. und 5. Heft, S. 125—142.

51. Die Myrmekophilen und Termitophilen. Leiden 1896. — Compt. Rend., III. Congr. Internat. Zool., S. 410—440.

56. Revision der *Lomechusa*-Gruppe. — Deutsch. Entom. Ztschr. 1896, II, S. 244—256.

59. Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere. Freiburg i. B. 1897. 2. Aufl. 1900.

60. Zur Entwicklung der Instinkte. — Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 1897, 3. Heft, S. 168—183.

69. Eine neue *Xenodusa* aus Colorado, mit einer Tabelle der *Xenodusa*-Arten. — Deutsch. Entom. Ztschr. 1897, II, S. 273—74.

70. Zur Biologie der *Lomechusa*-Gruppe. — Ibidem S. 275—77.

75. Zur Morphologie und Biologie der *Lomechusa*-Gruppe. — Zool. Anz. 1897, Nr. 546, S. 463—471.

83. Erster Nachtrag zu den Ameisengästen von Holländisch-Limburg, mit biologischen Notizen, Haag 1898. — Tijdschr. v. Entomol. XLI, S. 1—18.

85. Die Gäste der Ameisen und Termiten. — Illustr. Ztschr. f. Entom. 1898, Heft 10—16.

91. Zur Lebensweise von *Thorictus Foreli*. — Natur und Offenb. 1898, 8. Heft, S. 466—478.

92. Neueres über Paussiden. — Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 1898, 7. Heft, S. 507—515.

94. Nochmals *Thorictus Foreli* als Ectoparasit der Ameisenfühler. — Zool. Anzeig. 1898, Nr. 570, S. 536—546.

95. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Stuttgart 1899. — Zoologica, Heft 26.

105. Weitere Nachträge zum Verzeichnis der Ameisengäste von Holländisch-Limburg. — Tijdschr. v. Entom. XLII., 1899, S. 158—171.

109. Ueber *Atemeles pubicollis* und die Pseudogynen von *Formica rufa*. — Deutsch. Entom. Ztschr. 1899, II., S. 407—409.

114. Neue Dorylinengäste aus dem neotropischen und dem aethiopischen Faunengebiet, Jena 1900. — Zool. Jahrb. Abt. für System., XIV, Heft 3, S. 215—289 (Sep. S. 1—75).

Nachtrag.

1. Ueber *Dinarda clavigera* Fvl.

Auf meine Anfrage bezüglich der Tarsenbildung von *Dinarda clavigera* Fvl. schreibt mir Fauvel soeben: „*D. clavigera* a les tarses postérieures comme chez *Märkeli* et *dentata*, mais beaucoup plus robustes. Ces mêmes tarses sont différents chez *D. nigrita*". — Hiernach stellt *D. clavigera* wahrscheinlich einen eigenen Zweig der *Dinardini* dar, der eine eigene Gattung oder Untergattung bilden dürfte, zumal jene Art nach Fauvel in manchen Punkten an die bolivianische Gattung *Fauvelia* Wasm. erinnert.

2. Zur Stammesentwicklung der *Dinardini*.

Die neotropischen *Dinardini* wären auch dann als die letzten Ausläufer des paläarktischen Stammes anzusehen, wenn sie nicht von Osten, sondern von Westen her nach Südamerika gelangt sein sollten. Da nämlich die Staphyliniden- und insbesondere die Aleocharinen-Fauna des westlich von den Anden gelegenen südlichen Teiles von Südamerika nach Fauvel's Publikationen über die chilenischen Staphyliniden eine weit nähere Verwandtschaft mit der europäisch-asiatischen, als mit der brasilianisch-argentinischen Fauna aufweist, so muss man die Möglichkeit im Auge behalten, dass auch die Vorfahren der in den Anden von Bolivia lebenden Gattung *Fauvelia* Wasm. von Asien her (über Polynesien) eingewandert seien. Ob die am oberen Amazonas lebende Gattung *Myrmigaster* Sharp, die in meiner Tabelle der *Dinardini* mit einem Fragezeichen angeführt ist, wirklich zu den *Dinardini* gehört, vermag ich nicht zu entscheiden, da ich sie nur aus Sharp's Beschreibung kenne.

Die Flügelzeichnung der Insekten.

Von **Dr. Gräfin v. Linden.**

Mit besonderer Berücksichtigung der Zeichnung der Lepidopteren. Ihre Entwicklung, ihre Ursachen und ihre Bedeutung für den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Arten.

(Schluss.)

II.

Die Zeichnung der Neuropteren, Orthopteren, Lomopteren und Dipteren und ihre Beziehungen zur Zeichnung der Schmetterlinge.

Wie verhält sich die Zeichnung der Schmetterlinge zu den Flügelzeichnungen anderer Insekten? Die Erörterung dieser Frage bildet den Inhalt des im folgenden referierten Abschnitts meiner Arbeit und bringt uns, wie mir scheint, dem Verständnis morphologischer Ursachen der Insektenzeichnung im allgemeinen wesentlich näher.

Von den Lepidopteren ausgehend, werden uns in erster Linie die Trichopteren interessieren, deren Flügelzeichnung durch verschieden gefärbte Flügelhaare hervorgerufen wird. Die Flügelhaut pflegt hier farblos bis lichtgrau, die Haare lichtgelb bis goldgelb, braungrau, grau oder weiß zu sein. Es kommen somit nur Töne vor, die wir auch bei Mikrolepidopteren und Spannern am häufigsten finden und als niedere Farben bezeichnet haben. Aus diesem Grund finden sich bei den Trichopteren auch nur wenig in die Augen fallende Zeichnungen. Am häufigsten beobachten wir feine Längsstreifung, da die von der Flügelhaut abstechenden Härchen in Längsreihen angeordnet sind; nicht selten kommt indessen auch durch Zusammenfließen der Streifchen Fleckung zu stande. Bei der Gattung *Rhyacophila* ist die Neigung zur Fleckenbildung individuell sehr verschieden und überwiegt stets beim Männchen dem Weibchen gegenüber. Sehr variabel ist die Zeichnung der Hydropsychearten, sie durchläuft alle Stufen von der Streifung und Fleckung zur Netzzeichnung und Einfärbigkeit und es giebt Fälle, wo wir alle Uebergangsstufen auf einem und demselben Flügel beobachten können, so dass z. B. auf Flügelwurzel und Flügelmitte Streifung und Fleckung, am Seitenrand dagegen Netzzeichnung und Einfärbigkeit vorherrscht. Vereinzelt kommt auch die Bildung breiterer Binden, *H. lepida* M.-Sch., vor. Bei *Anabolia pantherina* entsteht im Vorderflügel dadurch eine Querzeichnung, dass in der *cella thyridii* und in der Mitte anderer Flügelzellen helle, haarlose Streifen auftreten. Durch gleichmäßige Netzzeichnung zeichnet sich *Limnophilus hirsutus* aus.

Ganz dieselben Zeichnungstypen beobachten wir indessen auch bei denjenigen Formen, die unbehaarte Flügel haben, bei denen die verschiedenfarbigen Pigmente in der Flügelhaut selbst eingelagert sind.

Neben diesen einfachen Zeichnungsformen finden sich indessen auch solche, die unter den Schmetterlingen nur bei recht hochentwickelten Arten aufzutreten pflegen. Als Beispiel nenne ich *Halesus flavipennis*. Die Flügel dieser Phryganeidenart sind lichtgelb oder farblos, an beiden Seiten jedoch von bräunlichgelben Streifen eingefasst. Auch in der Mittellinie einer jeden Seitenrandzelle verlaufen dunkle Querstreifen, die aus zusammengeflossenen Längsstreifen entstanden sind. Wir können diesen Zeichnungstypus geradezu als Fächerzeichnung dem „Lyratypus" (Eimer) der Schmetterlinge an die Seite stellen, wenn auch bei den Trichopteren die Umwandlung der Längsstreifchen in breitere Querstreifen noch keine so vollkommene ist, wie bei den Lepidopteren. Es ist eine sehr wichtige Erscheinung, dass wir sowohl bei den Trichopteren mit behaarten als auch bei denen mit unbehaarten Flügeln feine Längsstrichelung als ursprünglichste Zeichnung antreffen. Diese Strichelung bildet die Grundlage, auf der sich alle übrigen Zeichnungsformen entwickeln. Durch Verschmelzung dieser Zeichnungselemente erhalten wir breitere Binden, Flecken, Querstreifen, durch Vereinigung der Flecken Netzzeichnung und schließlich einfärbige Flügel. Bisweilen sind die verschiedensten Stufen auf ein und demselben Flügel vertreten, überhaupt macht die Trichopterenzeichnung den Eindruck, noch viel veränderlicher zu sein wie die der Lepidopteren. Diese Variabilität scheint mir von der Zahl der die Zeichnung zusammensetzenden Elementen abhängig zu sein, wenigstens beobachten wir auch bei Mikrolepidopteren mit der Zunahme der Zeichnungselemente größere Veränderlichkeit der Zeichnung, so dass diese Gruppe auch hierin einen ganz hübschen Uebergang zu den Trichopteren bildet. Auf derselben Ursache beruht wohl auch die unvollkommene Symmetrie in der Zeichnung und Aderung der Trichopteren, gegenüber der gleichmäßigen Verteilung der Zeichnungselemente auf den Flügeln der Schmetterlinge.

Während wir bei den Trichopteren fast durchweg höchst unscheinbare, wenig in die Augen fallende Zeichnungen antreffen, beobachten wir bei den Planipenniern neben Gruppen mit nahezu ungefärbten glashellen Flügeln, solche, deren Vertreter in Bezug auf den Farbenkontrast ihrer Zeichnung gut den Vergleich mit Großschmetterlingen aufnehmen können. Die Farbstoffe liegen hier überall in der Flügelhaut selbst, ihre Wirkung wird jedoch nicht selten durch gleich pigmentierte der Flügelhaut aufsitzende Borsten und Härchen verstärkt. Neben düsteren heller- oder dunkler braunen Tönen finden wir hier auch leuchtendes gelb und gelbrot. Sehr unscheinbar gezeichnet sind die Sialiden und Chrysopaarten. Die Pigmentierung beschränkt sich hier fast ganz auf die Flügeladern, besonders auf die Queradern des Flügels. Aber auch alle übrigen Zeichnungsformen, die wir bei den Planipenniern antreffen und die entweder aus feinen kurzen Längs-

streifchen, oder aber aus längeren Binden bestehen und ebenfalls größere oder kleinere Fleckchen bilden können, lassen sich auf Pigmentstreifen zurückführen, die auf Queradern oder in deren nächster Umgebung entstanden sind. Diese Strich-Binden oder Fleckzeichnungen sind daher immer zuerst in der Umgebung, d. h. an den Begrenzungen der Adern, am dunkelsten gefärbt. Der Farbstoff, der bei denjenigen Formen, bei welchen nur die Adern selbst gefärbt erscheinen, die

Fig. 1.

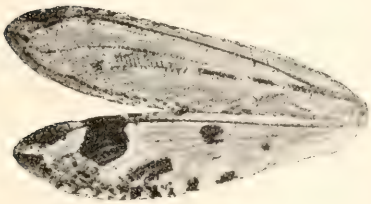


Fig. 2.

Fig. 3.

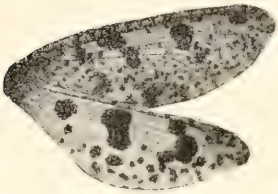


Fig. 4

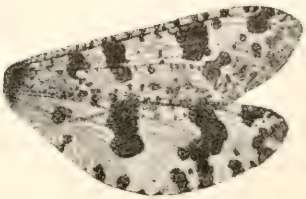


Fig. 5.

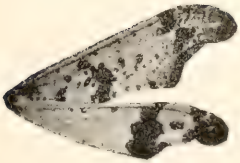


Fig. 6.

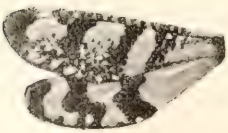
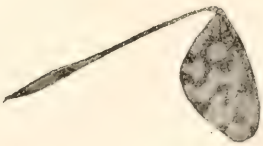


Fig. 7.



Epithelzellen ihrer Wandungen erfüllt, nimmt bei den reicher gezeichneten Formen auch die benachbarten Epithelien der Flügelmembran ein und verbreitet sich oft bis in die Mitte der Flügelzellen. Nun beobachtet man aber merkwürdigerweise ziemlich häufig, dass, je mehr die Zellen des Flügelepithels pigmentiert werden, die Adern selbst desto mehr an Intensität der Färbung verlieren, so dass wir schließlich statt dunkler Adern auf hellem Grund, helle Adern finden, die durch

schwarzbraune Striche oder Flecken begrenzt sind. Die in der Umgebung oder an Aderschnittpunkten entstandenen Striche oder Flecken werden häufig der Ort größerer Pigmentanhäufungen, und indem sich diese ausdehnen und mit benachbarten Flecken verschmelzen, entstehen aus den Längsstreifen und Fleckchen erster Ordnung breitere Binden oder größere Flecken. Nicht allen Epithelzellen des Flügels kommt indessen in gleichem Maß die Fähigkeit zu, Farbstoff in sich aufzuhäufen. An einzelnen Stellen des Flügels dehnen sich daher die pigmentierten Flecke sehr schnell aus, an anderen teilt sich dagegen der Farbstoff den die Adern begrenzenden und umgebenden Zellen nur langsam mit und wir beobachten, dass auch große Pigmentanhäufungen an einer Stelle des Flügels, das Schwinden der Zeichnung an anderen Stellen nach sich zieht, oder vielleicht richtiger gesagt, mit dem Schwinden der Zeichnung an anderen Stellen Hand in Hand zu gehen pflegt. Sehr geeignete Objekte um diese Verhältnisse zu studieren, bietet uns die Gattung *Myrmeleon,* in der sowohl ganz ursprünglich gezeichnete als auch weit fortgeschrittene Arten vertreten sind (vergl. die Figuren 1—6). Die Verteilung der Binden auf den Flügeln der Myrmeleonen ist durchaus nicht weniger bestimmt als bei den Schmetterlingen. Am häufigsten treten die Binden in der Vierzahl auf. Von diesen vier Binden steht die erste am Seitenrand des Flügels und entspricht ihrer Lage nach der I. und II. Binde der Schmetterlinge. Die zweite befindet sich über der Gabelungsstelle der Radiisektoren und ist durch dieses Verhalten identisch mit V und VI der Schmetterlinge, die dritte liegt auf den Queradern, die die Gabelungspunkte der Cubitaläste verbinden und wird wohl am besten mit Binde VII der Lepidopteren verglichen werden können. Die IV. Binde bildet sich am Gabelungspunkt des ersten Cubitalastes und verlängert sich, indem sie dem Lauf dieses Astes folgt, bis zum Hinterrand des Flügels. Sie entspricht durch ihr Verhalten am meisten der VIII. Binde der Schmetterlinge. Bisweilen finden sich bei Myrmeleonen auch nur zwei Binden (Fig. 5 und 6), in beiden Fällen betrifft die Reduktion die näher der Flügelwurzel stehenden Binden IV und III. Sehr schöne, vollkommen schmetterlingsähnlich gezeichnete Flügel besitzt *Nemoptera cora* (vergl. Fig. 7). Dieselben bilden sich indessen auf die nämliche Weise wie die Binden der Myrmeleonen, treten ebenfalls in der Vierzahl auf und unterscheiden sich nur dadurch, dass sie enger zusammengedrängt sind und einen zackigen Verlauf haben, was indessen beides durch die Größe und Gestalt der Flügel und Flügeladern bedingt wird. Der Vorderflügel von *N. cora* macht den Eindruck eines von der Spitze nach der Wurzel zu zusammengedrückten Myrmeleonflügels, dessen Spitze gleichzeitig etwas nach abwärts gezogen erscheint. Dadurch erhält der Flügel eine gedrungene Gestalt und die vorher leicht gekrümmt verlaufenden Längsadern werden peitschenartig gebogen und

beeinflussen die Lage der Queradern und damit auch den Verlauf der Binden.

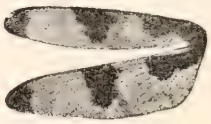
Die Verminderung der Bindenzahl durch Verschmelzung von Grundbinden ist charakteristisch für die Gattung *Ascalaphus*, und zwar schreitet die Zeichnung der Hinterflügel in dieser Richtung schneller voran als die der Vorderflügel.

Auch die Flügelzeichnung der Orthopteren hat sowohl, was ihre erste Anlage betrifft, als auch in ihrer Umbildungsweise sehr viel Aehnlichkeit mit derjenigen der Planipennier. Wir finden, dass auch hier und zwar ebenso bei den besonders lebhaft gezeichneten Gruppen der *Orthoptera genuina* wie bei den düster gefärbten *Pseudoneuroptera* pigmentierte Queradern den Ausgangspunkt für alle Zeichnung bilden. Es wird auch hier kürzere oder längere Längsstreifung als die primitivste Zeichnung beobachtet. Die Abhängigkeit der Zeichnung von der Verteilung und Anordnung der Queradern ist besonders auffallend bei den *Saltatoria* und gleich deutlich bei den *Acrididae* wie bei den *Locustididae* und es kommt vor, dass wir bei den Angehörigen der genannten Familien alle Zeichnungsstufen auf einem Flügel beisammen finden, von der Längsstreifung bis zur Einfärbigkeit. In erster Linie scheinen die Queradern erster Ordnung den Ablagerungsplatz für die Pigmente zu bilden, es folgen in der Ausfärbung die Queradern zweiter Ordnung und die Längsadern, so dass wir allmählich ein Netz von kleinen dunklen Strichen erhalten. Schließlich dehnt sich die Pigmentierung auch auf die von den Arten begrenzten Flügelzellen aus und kann dann zu vollkommener Einfärbigkeit führen. Man beobachtet aber bisweilen auch, dass, sobald in der Mitte der Flügelzellen Pigmentflecke entstehen, die die Adern unmittelbar begrenzenden Teile ihren Farbstoff verlieren und aus einem dunklen Netz mit hellen Maschen verwandelt sich die Flügelfläche in ein helles Netz, dessen Maschen dunkel erscheinen. Auch bei den Orthopteren finden wir, dass die einen Teile der Flügelfläche mehr, die anderen weniger zur Pigmentanhäufung neigen. So entstehen auch hier durch hellere Zwischenbänder getrennte dunkle Binden oder Flecke, die erst durch gegenseitiges Verschmelzen zu einfärbigen Formen zu führen pflegen. Durch die Vereinigung solcher sekundärer Binden entsteht z. B. die Zeichnung der Vertreter der Gattung *Oedipoda*. Es ist indessen nicht ausgeschlossen, dass auch einfärbige Formen, bei besonders gleichmäßiger und intensiver Pigmentbildung, durch Verschmelzen der ursprünglichen Strich- oder Netzzeichnung entstehen können. Die breiteren, sekundären Binden der *Saltatoria*, deren Erscheinen, wie schon erwähnt, auch hier mit dem Auftreten hellerer Bänder Hand in Hand zu gehen pflegt, sind nie so deutlich abgegrenzt, wie die Binden der Planipennier, da bei den ersteren die Elemente der Zeichnung auf den helleren Zwischenbändern viel weniger vollkommen

schwinden, als es bei letzteren der Fall ist. An den Schnittpunkten der Queradern bleiben gewöhnlich dunkle Flecke erhalten, so dass sich die Bänder meist nur undeutlich abheben. Es ist aus diesem Grund auch viel schwieriger, die Heuschreckenzeichnung auf das Schema der Schmetterlingszeichnung zurückzuführen. Die Pigmentbildung ist überhaupt bei den *Saltatoria* viel reicher, die Zahl der Zeichnungselemente ist größer und wir beobachten auch hier, wie sich die Variationsfähigkeit der Zeichnung im selben Maß steigert. Zahl und Lage der Binden ist deshalb ziemlich großen Veränderungen unterworfen, doch stehen sie am häufigsten an der Flügelwurzel (wahrscheinlich Binde X und XI der Schmetterlinge), in der Mitte des Flügels im Bereich der Sektorenverzweigungen (V, VI der Schmetterlinge) und an der Flügelspitze, an den Gabelungspunkten der Sektoren

Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.



(wahrscheinlich Binde III der Schmetterlinge). Deutlicher als die Beziehungen zwischen Heuschrecken- und Schmetterlingszeichnung sind die, welche zwischen der Zeichnung der Ephemeriden und Schmetterlinge bestehen. In keiner Insektengruppe sehen wir außerdem deutlicher, wie die Zeichnung von den Queradern ausgehend, sich auf die Flügelzellen verbreitet und allmählich auch die Queradern zweiter Ordnung und die Längsadern ergreift, in keiner Familie wird die Abhängigkeit der Zeichnung von der Aderung so deutlich wie bei den Eintagsfliegen. Sehr schön finden wir diese Verhältnisse in Pictets Werk über Ephemeriden veranschaulicht und ich verweise im folgenden auf die Abbildungen, welche ich zum größten Teil diesem Werk entnommen habe. Wir ersehen aus denselben, dass die Verteilung der Binden auf der Flügelfläche bei den Ephemeriden nicht weniger bestimmt ist als bei den Schmetterlingen, wir beobachten indessen auch,

dass die Veränderungen, welche sich während der Metamorphose dieser Insekten in der Zeichnung vollziehen und dass die Geschlechtsdimorphismen im wesentlichen dieselben sind wie dort. Wir sehen z. B. in Fig. 8 eine Imago von *Potamenthus castaneus*. Durch die dunkel gefärbten Queradern erscheint fast die ganze Flügeloberfläche längsgestreift, nur in der Mitte des Flügels fehlen an einer Stelle die Queradern, und hier beobachten wir auch kein Pigment, es ist hier ein helles Band entstanden. Eine ähnliche Abhängigkeit der Zeichnung von der Aderung können wir auch auf den Flügeln des *Subimago* ♀ von *Baëtis flaminum* (Fig. 9) feststellen, und zwar ist es hier die Flügelwurzel, auf der diese Verhältnisse besonders hervortreten. Dieselbe Art zeigt uns, welche Verschiedenheiten zwischen der Zeichnung der männlichen und weiblichen *Subimago* bestehen können. Das Weibchen ist hier einfach längsgestreift oder gestrichelt, während bei dem Männchen bereits die Bildung breiterer Binden begonnen hat und zwar zählen wir auf den Vorderflügeln des ♂ sechs deutliche Längsbinden (Fig. 10). Dem entsprechend ist auch die Verteilung der Queradern bei beiden Geschlechtern eine verschiedene, und zwar so, dass die hellen Zwischenbänder, welche beim Männchen die dunkeln Binden voneinander trennen, der Queradern fast völlig entbehren. Wie bei Schmetterlingen, so beobachten wir auch bei Ephemeriden männliche Präponderanz, wenn es sich um die Entwicklung höherer Zeichnungsmerkmale handelt. Ob diese Erscheinung hier so allgemein ist wie bei den Schmetterlingen, kann nicht entschieden werden, ohne großes Material studiert zu haben.

Gefleckte Flügel finden wir bei *E. guttulata* (Fig. 11), eine dem *Papilio podalirius* nicht unähnliche aus breiteren Bändern bestehende Zeichnung bei der brasilianischen Form *Cloë fasciata* (Fig. 12), eine quergestreifte Art ist uns in *Cloë undata* (Fig. 13) erhalten.

Unter den Perliden und Libelluliden ist die Bildung wenig zahlreicher, breiterer Binden die vorherrschende Entwicklungsrichtung der Flügelzeichnung. Die bevorzugten Stellen für die Ansammlung des Farbstoffes sind Flügelwurzel, Flügelmitte und Flügelspitze (vergl. Fig. 14). Die Wurzelbinde der letzteren entspricht dann in ihrer distalen Portion der vierten Binde der Myrmeleonen, und es scheint mir wahrscheinlich, dass ihr proximaler Teil als eine sekundäre Verbreiterung dieses Bandes aufzufassen ist. Die in der Flügelmitte gelegene, den Nodus bezeichnende Binde entspricht der zweiten Binde von *Myrmeleon* und dem Bindenkomplex V, VI der Schmetterlinge. Die Binde auf der Flügelspitze der Libellen ist identisch mit der ersten Binde von *Myrmeleon* und mit den Binden II oder I, II der Schmetterlinge. Diese erste Binde kann sich bei Libellen bis zum Seitenrand verbreitern.

Wir haben gesehen, dass bei den Schmetterlingen die Zeichnung

auf Vorder- und Hinterflügel desselben Falters sehr verschieden sein konnte. Bei Myrmeleonen ist nun, wie wir bereits erwähnt haben, der Hinterflügel in seiner Entwicklung dem Vorderflügel voraus gewesen, bei Ephemeriden entbehrt er gewöhnlich jeder Zeichnung, bei den Libellen sind beide Flügel identisch gezeichnet. Dieser Uebereinstimmung in der Zeichnung entspricht hier aber eine ebenso große Uebereinstimmung der Gestalt und der Aderung beider Flügel. In diesem ähnlichen Bau der Flügel haben wir wohl überhaupt die Ursache für die ähnliche Zeichnung derselben zu suchen. Entsprechend der geringen Anzahl von Zeichnungselementen ist die Zeichnung der Libellenflügel sehr wenig veränderlich. Wir finden nur zwei Variationsrichtungen: Verschmelzen von Binden durch seitliche Verbreiterung der erwähnten Grundbinden, so dass nahezu einfärbige Formen entstehen und Bindenreduktion, die vollkommen glashelle Flügel zur Folge haben kann. Diese geringe Variabilität der Libellenzeichnung, ihr äußerst bestimmtes Auftreten an denselben Stellen der Flügelfläche in Gestalt einzelner breiterer Binden oder Bindenflecke lässt darauf schließen, dass wir es in der Gruppe der Pseudoneuropteren mit Formen zu thun haben, die auf einer viel höheren Entwicklungsstufe stehen, als es z. B. bei den Ephemeriden der Fall ist.

Bei allen bisher betrachteten Insektengruppen haben wir gesehen, wie sehr die Bildung von Längsstreifung von dem Vorhandensein der Queradern abhängig ist. Unter den Homopteren geben uns indessen die Cicaden ein Beispiel, aus dem wir schließen müssen, dass Zeichnungen, die bei ihrem ersten Auftreten an die Gegenwart von Adern gebunden waren, bestehen bleiben können, selbst wenn die sie ursprünglich bedingenden Adern im Flügel der *Imago* rückgebildet und verschwunden sind. Bei den Fulgorinen finden wir noch zahlreiche Queradern und gleichzeitig, wie es bei ursprünglichen Formen zu erwarten ist, eine aus kürzeren oder längeren mehr oder weniger zu Binden vereinigten Strichen bestehende Zeichnung (Fig. 15). Bei den Cicadinen schwinden die Queradern bis auf wenige ganz und hinterlassen nur kleine Querfältchen auf den Flügeln der Imagines. Die Elemente der Zeichnung, die bei den Fulgorinen noch den Queradern entsprachen, stehen hier in gleicher Beziehung zu den Flügelfalten. So bleibt z. B. bei der abgebildeten *Platypleura*species (Fig. 16) sehr schön die aus schmalen Längsstrichen bestehende Zeichnung erhalten. Bei dieser Form tritt aber auch schon die sehr ausgesprochene Neigung zur Bindenbildung hervor an bestimmten Stellen des Flügels, d. h. da, wo Queradern auch im Flügel der *Imago* erhalten bleiben. Von diesen Binden liegt die erste (I der Schmetterlinge) auf dem Seitenrand des Flügels und setzt sich aus einer Reihe dunkler Flecken zusammen, die sich an den Endpunkten der Längsadern befinden. Die zweite Binde wird in ihrer Lage durch eine Reihe von Queradern bestimmt,

die die Seitenrandzellen nach innen begrenzen. Sie ist sehr beständig in ihrem Auftreten und erinnert darin, wie auch in ihrer Lage, an Binde III der Schmetterlinge. Die dritte Binde, die wir wohl mit V, VI der Schmetterlinge vergleichen können, verläuft wie auch meistens die zweite Cicadenbinde im Zickzack und liegt über den durch Queradern verbundenen, eine gebrochene Linie darstellenden Aesten der Radialader. Wie bei den Libellen, so finden wir, dass sich auch die

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Zeichnung der Cicaden nach zwei entgegengesetzten Richtungen entwickelt. Auf der einen Seite entstehen nahezu vollkommen einfärbige Formen (*Tosena*, *Tacua*, *Topha* [Fig. 17—19]), auf der anderen finden sich Arten, deren Flügel farblos und durchscheinend werden. Am längsten erhält sich das Pigment bei den Angehörigen dieser letzteren Reihe auf den für die Bindenbildung günstigen Stellen, besonders an Gabelungspunkten und an Endpunkten von Adern.

Unter den Dipteren finden wir verhältnismäßig nur wenige, die eine deutliche Flügelzeichnung aufweisen. Die am häufigsten vor-

kommenden Zeichnungen bestehen bei allen Fliegen aus einer Pigmentierung der Queradern und der Flügelhaut in deren nächster Umgebung. Daraus folgt, dass die Zeichnungselemente hier gewöhnlich nur wenig zahlreich sind, entsprechend der Reduktion des Flügelgeäders. Es kommen indessen, ähnlich wie ich es für die Cicaden erwähnt habe, auch innerhalb von Flügelzellen pigmentierte Flecke an Stellen vor, wo jetzt für gewöhnlich beim fertigen Insekt keine Queradern mehr zu beobachten sind. Wenn wir aber eine größere Anzahl von Individuen vergleichen, so zeigt es sich, dass bei dem einen oder anderen Insekt gerade da, wo die Pigmentflecke auftreten, noch Rudimente von Queradern erhalten sind, die uns wieder beweisen, dass die Zeichnung auch hier einst mit der Aderung in enger Beziehung gestanden hat und wahrscheinlich auch jetzt noch auf einer früheren Stufe der Ontogenie mit ihr in Beziehung steht. Außer im Bereich von Queradern lagert sich der Farbstoff mit Vorliebe an den Enden der Längsadern und an den Verzweigungsstellen von Adern ab, ein Verhalten, was dem bei den anderen Insekten beobachteten vollkommen entspricht. Den größten Teil der gezeichneten Arten bilden Fliegen, bei denen die Längsstreifung (Queraderzeichnung) vorwiegt. Da, wo die feineren und kurzen auf Queradern angelegten Längsbinden miteinander verschmelzen, erhalten wir im Maximum fünf breitere Längsbinden, die ihrer Lage nach in folgender Weise auf das Schema der Schmetterlingszeichnung zu beziehen sind. Die erste Binde verläuft am Seitenrand des Flügels und entspricht je nach ihrer Ausdehnung den Binden I oder III der Schmetterlinge. Die zweite beginnt an der Gabelungsstelle der ersten Rand- oder Subcostalader, ist in der zweiten Cubitalzelle und ersten Hinterrandzelle unterbrochen, um sich an den die Discoidalzelle nach außen begrenzenden Queradern fortzusetzen. Die Binde reicht manchmal bis zum Endpunkt der fünften Längsader und entspricht wohl der Binde III der Schmetterlinge. Die dritte Binde bildet die beiderseitigen Begrenzungen der die Basalzellen abschließenden Queradern, sie verläuft im Zickzack, um ebenfalls am Ende der fünften Längsader zu endigen und entspricht ihrer Lage nach den Binden V, VI der Schmetterlinge. Die vierte Binde beginnt über der Querader, welche die Verbindung der Subcostalis und des Radius darstellt, sie ist in der hinteren Basalzelle unterbrochen, wird aber in der vierten Hinterrandzelle durch einen grauen Fleck, der fast bis zum Endpunkt der sechsten Längsader reicht, angedeutet. Die vierte Binde wird durch einen Fleck über der hinteren Querader und einen weniger dunkeln über dem Endpunkt der siebenten Längsader bezeichnet. Dieses Schema gilt für die Zeichnung der meisten *Tipulae rostratae*, soweit keine zu großen Verschiebungen im Geäder vorkommen. Bei *Tipula maculata* sind nur noch drei Binden vorhanden, weil das die Basalzellen und die Discoidalzelle abschließende Queradersystem

soweit nach außen geschoben ist, dass an der Flügelspitze ein drei Binden umfassender Pigmentfleck entsteht. Hier ist außerdem der ganze Vorderrand einfärbig geworden, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass Costalis und Subcostalis durch zahlreiche kleine Fältchen, Reste früherer Queradern, verbunden sind. Sehr häufig beobachten wir auch Bindenverkürzungen und Schwinden der Zeichnung bis auf ein am Ende der Subcostalis gelegenes der dritten Binde entsprechendes Randmal. Wir sehen nur in wenigen Fällen, dass der Farbstoff größere Teile der Flügelfläche einnimmt. Eigentümlich ist die Augfleckbildung bei *Limnobia picea*. Statt fünf Längsbinden stehen hier im Flügel ebensoviele Reihen von Augflecken. Sie bilden sich stets am Gabelungspunkt der Adern und stellen meist einen Kreis mit dunkelm Fleck oder Strich als Centrum dar. Die Augfleckbildung beginnt gewöhnlich am Flügelvorderrand über dem Endpunkt oder dem Gabelungspunkt der Subcostalis. Dadurch, dass der Flügelvorderrand durch Zusammenfließen der Binden dunkel pigmentiert wird, während sich gleichzeitig die ganze fünfte Längsader färbt und Binde III erhalten bleibt, entsteht die Zeichnung von *Limnobia rivosa* L., die aus einem hellen dunkelumränderten Dreieck besteht.

Aber auch bei den *Brachycera* und *Muscariae* sind alle vorkommenden Zeichnungsformen auf ein aus 4—5 Binden bestehendes Schema zurückzuführen; sehr schöne Uebergänge, um dies nachzuweisen, finden sich in den Gruppen der *Sciomyzinae* und *Tetanocerinae*. Die Verschiedenheiten in der Zeichnung der Mücken und Fliegen kommen nur dadurch zu stande, dass bei den Fliegen die Pigmentproduktion eine größere ist als bei den Mücken, daher finden wir dort Netzzeichnung, breitere Bänder und sogar einfärbige Flügel, während die Mückenzeichnung aus feinen Streifen oder nur aus Flecken besteht. Wichtig ist aber, dass sich in beiden Gruppen die Zeichnungsmerkmale auf schmale Längsstreifen zurückführen lassen, die ursprünglich über Queradern entstanden sind. Die Pigmentierung der Längsadern ist eine sekundäre Erscheinung, ebenso die Verkürzung der Binden, die oft mit einer Verschmelzung derselben am Vorderrand Hand in Hand geht.

Bei der Mehrzahl der Dipteren wird die Zeichnung allein durch Färbung der Flügelhaut hervorgerufen, nur in einem Fall fand ich, dass dunkelgefärbte Haare die Zeichnung des Flügels verursachten. Die Farben, die ich bei Dipteren beobachtet habe, waren: grau, graubraun, braun und braunschwarz. Wie bei den Trichopteren, so bilden sich die Farben in der Flügelhaut auch bei den Dipteren erst nach dem Ausschlüpfen, unmittelbar nach der Verwandlung pflegen die Imagines weißliche oder lichtgraue Flügel zu haben.

Die ursprünglichste Zeichnung, die bei den Dipteren angetroffen wird, unterscheidet sich von der Neuropteren- und Orthopterenzeichnung besonders dadurch, dass entsprechend dem reduzierten Zwischengeäder dieselbe aus viel weniger Elementen gebildet wird.

Die Dipteren schließen sich darin am meisten den höheren Formen der Homopteren, den Cicaden an. Im übrigen verläuft die Umbildung dieser primitiven Zeichnungen bei den Zweiflüglern in denselben Bahnen wie bei den übrigen Insektengruppen. Die Vereinigung der Längsstreifchen zu Netzzeichnungen, die Bildung von Pigmentanhäufungen innerhalb dieses Netzwerkes, das Zustandekommen breiterer Binden an den Stellen reichster Aderverzweigungen, das Verschmelzen der Binden und die Bildung einfärbiger Formen, oder die Verkürzung von Binden sind Erscheinungen, die wir in jeder der genannten Ordnungen verfolgen können. Dabei ist aber keineswegs für alle Insektengruppen ein und derselbe Zeichnungstypus gleich charakteristisch. So begegnen wir bei den durch Flügelform und Aderung sehr ursprünglichen Ephemeriden am häufigsten der feinen Längsstreifung, und zwar scheint der einfachste Typus dadurch gekennzeichnet zu sein, dass sich die Queradern und mit ihnen die Längsstreifen in fortlaufenden Linien vom Vorderrand des Flügels bis zu dessen Hinterrand erstrecken. Breitere Längsbinden treffen wir viel seltener und dann besonders beim männlichen *Imago*. Viel häufiger als bei den Ephemeriden kommen breitere Längsbinden bei den Perliden vor, deren Flügelgeäder dementsprechend ebenfalls eine bedeutend höhere Differenzierung zeigt. Auch für die Libelluliden sind breite Flügelbinden charakteristisch. Mehr als die Zeichnung der Odonaten erinnert die der Saltatorien an den bei Ephemeriden vorherrschenden Typus, obwohl hier viel häufiger statt einfacher Längsstreifung Netzzeichnung auftritt. Unter den Neuropteren sind namentlich die Trichopteren häufig ephemeridenähnlich gestreift. Auch bei den Planipennien ist Längsstreifung, wenn auch unregelmäßige, vorherrschend, wir finden indessen auch Neigung zur Bildung von Binden, seltener von Bandbinden. Unter den Homopteren erinnern uns die ursprünglichsten Formen, die Fulgorinen in ihrer Flügelzeichnung an die Ephemeriden. Bei den Cicaden tritt dagegen eine Verminderung der Binden ein, ein Verhalten, das, wie wir sahen, auch für die Dipteren charakteristisch ist.

Wir beobachten somit, dass bei allen hier betrachteten Insekten, die ursprünglicheren Formen durch längsgestreifte Flügel ausgezeichnet sind, und es ist danach nicht erstaunlich, dass wir auch bei den Schmetterlingen diese Zeichnungsform am Anfang der ontogenetischen und phylogenetischen Entwicklung anzutreffen pflegen. Die Abhängigkeit der Längsstreifung von dem Queradersystem ist allerdings bei Lepidopteren nicht mehr so deutlich nachzuweisen.

Die morphologischen und physiologischen Ursachen der Insektenzeichnung, im Besonderen der Zeichnung und Färbung der Schmetterlinge.

Die überraschende Analogie in der Anlage und Umbildungsweise der Flügelzeichnung der verschiedensten Insektengruppen legt den Gedanken nahe, ob die Ursache dieser auffallenden Uebereinstimmung nicht in einer überall ursprünglich ähnlichen Organisation der Flügelorgane, vielleicht in der Flügeladerung zu suchen sei. Das Studium der Flügelzeichnung niederer Insekten hat uns auch deutlich gezeigt, in welch naher Beziehung die Verteilung, die Anordnung der pigmentierten Elemente zu dem Zwischengeäder stehen, und wir werden uns die Frage vorlegen müssen, ob überall, auch da, wo wir jetzt im Flügel der *Imago* keine Aderung nachweisen können, diese Organe vielleicht auf einer früheren Entwicklungsstufe die Ursache zur Bildung von Streifen oder Flecken gewesen sind. Sollten die Adern im Insektenflügel in einer ähnlichen Beziehung zu der Zeichnung stehen, wie die Blutgefäße bei Wirbeltieren und vielen Wirbellosen? Eine solche Abhängigkeit wäre physiologisch begründet, wenn die Adern hier wie dort Blutbahnen, nicht nur Luftkanäle darstellen würden. Nach den Beobachtungen Redtenbacher's, Adolph's und Spuler's sind die Flügeladern der Insekten thatsächlich auch Zirkulationsorgane, und auch meine eigenen Untersuchungen haben diese Angaben vollkommen bestätigt. Sehr gut können wir diese Verhältnisse auf dem Querschnitt eines Orthopterenflügels verfolgen. Das Flächenbild eines Heuschreckenflügels zeigt uns z. B. deutlich, wie sich auf der hellgrüngefärbten Flügelmembran ein Netz dunklerer Aderstränge abhebt, in denen sich oft sehr deutlich amöboide Zellen und Fettzellen erkennen lassen. Aus der Anwesenheit dieser Zellen sehen wir schon, dass die Adern mit Blut erfüllt sind. Bei jungen Larvenflügeln beobachten wir außerdem, wenn wir dieselben in Glyceringelatine einlegen, dass in diesem Adernetz überall bis in die feinsten Verzweigungen hinein Tracheen verlaufen, die noch mit Luft erfüllt, als hellglänzende Fäden zu erkennen sind. Die Adern sind somit auch die Bahnen für den Luftstrom und auf jedem Querschnitt können wir erkennen, dass die Tracheen vom Blut umspült werden. Bei näherer Betrachtung des jungen Larvenflügels zu einer Zeit, ehe die eigentlichen Flügeladern gebildet sind, stellen sich die Blutbahnen als helles Netz dar, dessen Fäden dunkler gefärbte Zellgruppen umspinnen. Die Zellgruppen gehören dem Epithel des Flügels an und sind durch äußerst feine Membranen voneinander abgegrenzt, die gleichzeitig die Wandungen der verschieden weiten Blutkanäle darstellen. Dieses Gefäßnetz des Orthopterenflügels erinnert lebhaft an die Verteilung der Gefäßbündel im Blatt dicotyler Pflanzen. Es wird im fertigen Orthopteren- oder Neuropterenflügel zum Adernetz. Während sich auf der ganzen übrigen Flügelfläche die Flügelmembranen

eng zusammenschließen, bleiben hier Hohlräume erhalten, die sehr oft durch besonders hohes Epithel mit kräftiger Kutikula ausgezeichnet sind, dessen Zellen sich aber am längsten dem Chitinisierungsprozess entziehen, der im ausgewachsenen Flügel die übrigen Epithelzellen in eine mehr oder weniger tote Masse verwandelt. Dagegen häufen sich in den die Wandungen der Adern bildenden Zellen meist reichlich Farbstoffe an. Nur die kleinsten Aderverzweigungen bleiben bisweilen unpigmentiert und wir beobachten dann, dass auch hier die Epithelien der Chitinisierung anheimgefallen sind. Ganz ähnlich wie bei den Orthopteren sind auch die Blutbahnen im Flügel der Neuropteren, Homopteren, Dipteren und Lepidopteren beschaffen und verteilt. Auch hier stellen die Flügeladern die Bahnen dar, auf welchen Blut und Luft in den Flügel gelangen kann und gelangt. Nur in der Art und Weise, wie sich das Gefäßnetz während der ontogenetischen Entwicklung der verschiedenen Insekten umgestaltet, machen sich Unterschiede bemerkbar. Bei den Orthopteren entspricht das Adersystem, welches wir im Flügel der *Imago* vorfinden, in allen wesentlichen Punkten dem System von Blutkanälen, das wir schon in früheren Larvenstadien wahrnehmen. Eine derartige Uebereinstimmung der larvalen und imaginalen Adernetze vermissen wir bei höheren Insekten, und zwar ist die Verschiedenheit beider Kanalsysteme um so größer, je mehr die Aderzahl im Flügel des ausgebildeten Insekts reduziert ist. Diese interessanten und entwicklungsgeschichtlich sehr wichtigen Verhältnisse sind meines Wissens in keiner der morphologischen Arbeiten über den Insektenflügel berührt worden. Es wurde allerdings auf Grund phylogenetischer Betrachtungen darauf hingewiesen, dass in dem Flügel höherer Insekten viele Adern, hauptsächlich die Queradern zurückgebildet sind, oder überhaupt nicht mehr zur Entwicklung kommen, die bei den niederer stehenden Vorfahren vorhanden waren und bei weniger hoch entwickelten Gruppen auch heute noch der *Imago* erhalten sind. Es ist indessen vollkommen übersehen worden, dass eine ausgedehnte Umbildung des komplizierteren primitiven Geäders zum scheinbar einfacheren auch heute noch während des Larvenstadiums stattfindet. Vermutungsweise wird allerdings an eine solche Umbildung gedacht, so hält es Spuler z. B. für sehr wahrscheinlich, dass die feinen Verzweigungen des Tracheensystems der Schmetterlingsflügel Ueberreste von Queradern seien. Mir selbst ist bei Betrachtung einer *P. podalirius*-Gruppe zum erstenmal der Gedanke an das Vorhandensein eines primären Adernetzes bei diesem Schmetterling gekommen. Flächenschnitte durch den Flügel zeigen auch in der That, dass dem aus erhabenen Leistchen bestehenden Adernetz der Puppenhülle ein ganz ähnliches Kanalsystem im Innern des Flügels entspricht. Bei den meisten Schmetterlingen sind nur die Längsadern als Relief auf der Puppenhülle sichtbar und *P. podalirius* ist der einzige Schmetter-

ling von allen, deren Puppen ich bisher gesehen habe, der davon eine Ausnahme macht und dessen Puppenhülle einen solchen Reichtum von Adern aufweist, dass man glauben könnte, einen Neuropteren- oder Orthopterenflügel vor sich zu haben. Die Untersuchung lehrt indessen, dass, wenn auch bei den anderen Schmetterlingen kein Adernetz auf der Puppenhülle abgedrückt ist, dennoch eine Zeit besteht, wo der Flügel von einem solchen durchzogen wird. Diese Verhältnisse kommen am deutlichsten in dem Augenblick zum Ausdruck, wenn die Raupe eben zur Puppe geworden ist. Auf dem in Glyceringelatine oder Canadabalsam eingeschlossenen Flügel-Präparat sehen wir ein Netz von dunkeln und helleren Kanälen, je nachdem in ihnen geronnenes Blut enthalten ist oder nicht. Es unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Adernetz im jungen Neuropteren- oder Orthopterenflügel, er scheint aber insofern etwas weiter differenziert, als sich die die Kanäle begrenzenden Membranen hier deutlicher abheben wie dort, was dazu beiträgt, dass der Verlauf der Aderzüge leichter zu unterscheiden ist. In diesem primären Adernetz der Schmetterlingspuppen entsprechen die breitesten Kanäle den bleibenden Adern, die engeren den später reduzierten Längs- und Queradern. Histologisch sind sowohl die bleibenden als die verschwindenden Kanäle jetzt noch gleich beschaffen. Bisweilen gelingt es, den Puppenflügel in Glyceringelatine so einzuschließen, dass die Luft in den Tracheen eingepresst bleibt, so dass ihr Verlauf bis in die feinsten Verzweigungen deutlich wird. Auf solchen Präparaten sehen wir dann, dass sowohl die Hauptkanäle der Blutbahnen, als auch die feineren Queranastomosen von Tracheen durchzogen sind. Die Anzahl der Queranastomosen oder Queradern ist auf den einzelnen Regionen der Flügelfläche verschieden, sie ist auf der Flügelwurzel kleiner als am Seitenrand, sie wächst mit der Größe der von den Hauptaderstämmen eingeschlossenen Flügelzellen. Ganz wie im Blatt dicotyler Pflanzen, so ist also auch die Verzweigung der Adern im Insektenflügel eine reichlichere in den peripheren als in den centralen Teilen desselben. Dieses primäre Adernetz bleibt indessen mit seinen Hauptstämmen erhalten. An die Stelle der Queradern treten im fertigen Flügel feine Kanäle, die unter den Schuppenreihen verlaufen und scheinbar durch eine Faltung der Flügelmembran gebildet werden. Diese Kanäle führen Blut und stellen die Querverbindungen zwischen den Längsaderstämmen her. Inwieweit dieses sekundäre Kanalsystem mit dem primären in Zusammenhang steht, habe ich noch nicht entscheiden können.

Wir haben gesehen, wie sehr die Zeichnung der Orthopteren, Neuropteren, Homopteren und Dipteren von der Aderung des Flügels abhängig ist, und zwar waren es besonders die Queradern, die sich als günstige Bildungs- oder Ablagerungsstätten für die Farbstoffe erweisen. Auch im Schmetterlingsflügel treten, wie wir sehen, die Ele-

mente der Zeichnung sehr konstant an Queradern oder Aderverzweigungspunkten auf, es war indessen nicht möglich, alle Merkmale der Zeichnung mit dem Flügelgeäder der *Imago* in Beziehung zu bringen. Sollten für diese letzteren das primitive Flügelgeäder der Puppe maßgebend sein? Ist es denkbar, dass Zeichnungsmerkmale an Stellen auftreten, an denen nur in frühen Stadien des Puppenlebens die sie bedingenden den Stoffwechsel vermittelnden Kanäle bestehen? Die Befunde, welche uns das Studium der Ephemeridenzeichnung geben, sprechen entschieden dagegen, denn wir sehen, dass die Flügel an

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22a.

Fig. 22b.

Fig. 22c

Stellen, wo Queradern fehlten, stets unpigmentiert waren. Anders verhält es sich bei den Cicaden, wo wir an vielen Stellen Pigmentflecke antreffen, ohne Queradern zu beobachten. Allerdings zeigen die Cicadenflügel an solchen Stellen feine Falten, die darauf schließen lassen, dass hier vor nicht allzu langer Zeit Adern bestanden haben. Wie im Flügel der Schmetterlinge, so werden vielleicht auch bei den Cicaden an solchen Stellen Lücken zwischen den Flügelmembranen bestehen, die eine Zirkulation der Säfte gestatten, während bei den Ephemeriden überall, wo keine Adern vorhanden sind, die Membranen

des Flügels sich fest zusammenschließen. Um nun diese Frage zu lösen, ob die Zeichnung der Schmetterlinge in Beziehung steht zu der primitiven Aderung, ist die Puppe von *P. podalirius* ein sehr gut geeignetes Objekt, da bei ihr auf der Puppenhülle das ganze Adernetz erhalten bleibt (Fig. 20). In vollkommener Uebereinstimmung mit den bei allen übrigen Insekten gewonnenen Verhältnissen ergab sich, dass die pigmentierten Schuppen zuerst am Rand der Queradern auftreten und dass der Verlauf der Längsbinden durch den Verlauf und die Verteilung der Queradern bedingt ist. Ganz allmählich dringt aber auch das Pigment in die von den Maschen des Netzwerkes umsponnenen Bezirke ein, so dass die zuerst angelegten Teilbinden miteinander zu breiteren Binden verschmelzen. Gleichzeitig beobachten wir aber, dass, während sich an einzelnen Flügelzellen alle Queradern färben, dieselben in anderen Bezirken unpigmentiert bleiben. Bei *P. podalirius* sind es vier Regionen, die sich zur Pigmentierung besonders eignen. Am Hinterrand des Puppenflügels fallen diese pigmentreichen Stellen mit den Grenzlinien der ersten Hinterleibsringe zusammen. Bei frischen Puppen können wir uns leicht davon überzeugen, dass es, sobald sich dieselben bewegen, über der Trennungslinie der Körpersegmente im Flügel und auf der Puppenhülle Vertiefungen entstehen, und die Frage liegt nahe, ob vielleicht dadurch die Verteilung der Säfte im Flügel und durch diese die Zeichnungsanlage beeinflusst werden könnte. Bei vielen Schmetterlingen steht allerdings das Relief des Flügels in einem ganz offenbaren Zusammenhang mit der Verteilung dunkler und heller Binden auf seiner Oberfläche. Es entsprechen die vertieften Stellen in solchen Fällen den Grenzen der Hinterleibsringe, während in den Erhabenheiten die Wölbung der Ringe selbst zum Ausdruck kommt. Je nachdem nun die Ringe mehr oder weniger verwachsen sind, verlaufen auch die wulstartigen Erhöhungen und die Furchen mehr oder weniger parallel. Am häufigsten sind die Puppen, bei denen Wulste und Furchen nach dem Vorderrand des Flügels zu konvergieren. Bei Bombyciden sind die Beziehungen dieses Reliefs zu den Zeichnungsbinden besonders in die Augen fallend, wie bei der Puppe von *B. lanestris* oder *Gastropacha quercus* leicht zu verfolgen ist (Fig. 22). Es entspricht hier die erste Furche zwischen dritten und vierten Hinterleibsring dem schmalen weißen Bande, das Binde III und IV trennt, während über dem Vereinigungspunkt der beiden anderen Furchen der weiße Fleck am Eingang der Dicoidalzelle zur Ausbildung kommt. Die dunkeln Binden erscheinen jedesmal an den Rändern der Furchen. Bei *Saturnia pavonia* und ebenso bei *Vanessa io*, wie ich kürzlich beobachtet habe, entspricht die eigentümliche Anordnung der Erhabenheiten und Einsenkungen in auffallender Weise den Augfleckbildungen (Fig. 21) und zwar so, dass die hellen Schuppen auf vertieften, die dunkeln auf erhöhten Stellen zu beobachten sind, und wenn

wir die Schuppen von dem Puppenflügel der ausgefärbten *Vanessa* vorsichtig abziehen, so sehen wir, dass sich auch auf der Flügelmembran selbst erhabene und vertiefte Stellen vorfinden. Auch hier sind die im fertigen Flügel weiß gefärbten Stellen vertieft, die dunkeln Ringe erhöht. Auf diese Weise ließe sich auch verstehen, warum sich die Bildung von Bandbinden und besonderer Zeichnungen, wie Augflecke, nur an ganz bestimmten Stellen des Flügels vollzieht und die Beziehungen des Flügelreliefs zur Segmentierung des Hinterleibes würde auch die überwiegende Längsrichtung dieser sekundären Zeichnung erklären, während die primäre Zeichnungsanlage, die Entstehung der Teilbinden durch Richtung der Queradern des primitiven Adernetzes gegeben ist.

Im allgemeinen entstehen Querzeichnungen in der Umgebung der Längsaderstämme erst am Ende der Puppenentwicklung, es giebt indessen auch quer gezeichnete Formen, bei denen diese Querzeichnung einen viel ursprünglicheren Eindruck macht. Derartige Zeichnungen, die Eimer in den Lyratypus zusammenfasst, kommen bei Papilionen, aber besonders bei Danaiden vor. Nach Eimer soll auch hier die Querzeichnung vorausgegangen sein. Auch bei *Thais polyxena* beobachten wir etwas ähnliches. Ehe noch die dunkeln Binden auftreten, finden wir auf den Flügelunterseiten dieses Schmetterlings, zu beiden Seiten der Längsadern, die die Mittelzelle durchsetzen und später nur noch durch eine Falte in der Flügelhaut angedeutet werden, rote Schuppen und orangegelb gefärbte an den Grenzen der die Seitenwandzellen trennenden Längsadern. Bei *Papilio xuthus* L. tritt eine ganz ähnliche Zeichnung, aber in schwarzer Farbe ebenfalls an der Flügelunterseite auf. Ein gleiches Zeichnungsmuster sehen wir bei allen Schmetterlingen, welche Eimer, wie schon erwähnt, in dem Lyratypus zusammengefasst hat, es steht überall in unmittelbarer Beziehung zu dem Verlauf von Längsadern. Am deutlichsten sind diese Verhältnisse bei *Hestia idea* und bei den danaidenähnlich gezeichneten Faltern ausgeprägt, von denen man vielfach angenommen hat, sie hätten aus Nützlichkeitsgründen das danaidenähnliche Kleid erworben. Bei *Hestia idea* und bei der zum Lyratypus gehörenden *Methonella caecilia* sind es indessen nicht nur die im Flügel der *Imago* vorhandenen Aderstämme, die von den Schuppen der Zeichnung begrenzt oder überdeckt werden, wir finden, dass ein zweites System von Querbinden auf den Mittellinien der Seitenwandzellen entstanden ist, obwohl hier weder Adern noch Tracheen vorhanden sind. Nur feine, vom Seitenrand bis zum Grund der Seitenrandzellen verlaufende, die Mittellinie andeutende Falten, erinnern uns an Verhältnisse, die wir viel häufiger auf den Flügeln der Cicaden antreffen. Dort, bei den Cicaden, entsprechen diese Fältchen rückgebildeten Ader- bezw. Tracheenstämmchen, und die Annahme liegt nahe, dass sie auch im

Schmetterlingsflügel einen ähnlichen Ursprung haben. Dass einzelne Flügelzellen thatsächlich in frühen Entwicklungsstadien durch Tracheen halbiert werden, die sich später zurückbilden, können wir an den verschiedensten Beispielen sehen. Ich erinnere nur an die von Mediana und Submediana eingeschlossene Flügelzelle, die bei allen Schmetterlingen, die ich untersucht habe, im Puppenflügel von einer Trachee durchzogen wird. Im fertigen Flügel pflegt diese Trachee durch eine konkave Falte angedeutet zu sein, die oft, wie z. B. bei *Dinia Auge* grau gefärbt ist. Untersuchen wir indessen die Flügel der *Dinia Auge* noch näher, so sehen wir, dass bei diesem Schmetterling sämtliche Seitenrandzellen dieselben Reste zurückgebildeter Längsadern in mehr oder weniger deutlicher Weise zeigen. Wir werden danach mit vollem Recht mit Adolph und anderen annehmen dürfen, dass auf einer bestimmten phylogenetischen Entwicklungsstufe die Schmetterlinge durch ein System von Adern ausgezeichnet waren, welches zwischen demjenigen eingeschaltet war, das heute noch erhalten ist. Die Falten in der Mittellinie der Seitenrandzellen sind identisch mit den „Konkavadern" Adolph's, nur kann ich dessen Annahme nicht beipflichten, dass diese den Konvexadern nicht homologe Bildungen waren. Ich trete vielmehr der Spuler'schen Anschauung bei, der einen wesentlichen Unterschied zwischen Konkav- und Konvexadern bestreitet, da ich stets gefunden habe, dass im jugendlichen Puppenflügel beide Adersysteme, soweit sie erhalten, morphologisch gleichwertig sind. Bei allen Schmetterlingen finden wir, dass von den die Seitenrandzellen des Puppenflügels halbierenden Konkavadern, diejenigen Teile, welche dem Seitenrand zunächst liegen, am längsten erhalten bleiben, und zwar in Form von schmalen Kanälen, die die zahlreichen von den Hauptstämmen abgehenden Queradern in sich aufnehmen. Auf der Puppenhülle von *Papilio podalirius* sind die Verhältnisse sehr deutlich ausgeprägt. Wir sehen somit, dass die Querzeichnungen, die den Mittellinien von Seitenrandzellen entsprechen, ebenfalls ursprünglich an Längsadern gebunden sind, und es erscheint mir wahrscheinlich, dass die Vollständigkeit dieser Zeichnungen auf den Grad und die Zeit der Rückbildung der primitiven Adern schließen lässt. Viel häufiger als Querstriche finden wir in der Mittellinie der Seitenrandzellen gelegene Flecke, die sich als Reste ursprünglicher Längsbinden darstellen, ich verweise nur auf die zahlreichen Melitaeen und Argynnisarten, wo diese Verhältnisse sehr schön zum Ausdruck kommen. Wir können überhaupt ganz allgemein die Regel aufstellen, dass sich, wenn Bindenreduktionen stattfinden, die Elemente der Zeichnung am längsten in der Mittellinie der Seitenrandzellen erhalten. Eine ähnliche Rolle spielen die Schnittpunkte der Binden mit den Flügeladern und die Endpunkte der Adern. Auch hier bleiben sehr häufig dunkle Flecken bestehen, wenn die Zeichnungsfarbe zwischen Mittellinienfleck

und Aderfleck längst geschwunden ist. Die so entstehenden Mittellinien und Aderflecke sind unpaar oder paarig angelegt. Im ersten Fall liegt der Fleck auf der Mittellinie bezw. Ader, im zweiten Fall werden die dunkeln Schuppen der Zeichnung durch die Flügelfalte oder Ader in zwei symmetrische meist gleich große Flecke geteilt. Aehnliches beobachten wir bei Neuropteren und Orthopteren, wo entweder die Flügeladern selbst pigmentiert erscheinen oder selbst ungefärbt von dunkleren Streifchen begrenzt werden. Es kommt nun nicht selten vor, dass, wenn mehrere Seitenrandbinden in derartig verteilte Flecke aufgelöst sind, dieselben in Querflecke auswachsen, so dass z. B. die der Binde I zugehörigen Flecke mit denen in derselben Flügelzelle gelegenen Binde II verschmelzen können. Die Flecke pflegen dann an den Enden der kurzen Flügelfalten (Konkavader) zu stehen. Derartige sekundäre Querzeichnungen entstehen aber noch häufiger in der Umgebung von Adern und unterscheiden sich dadurch von primären Querzeichnungen, dass ihre Entstehung aus Flecken meistens deutlich sichtbar bleibt. An Stelle abgerundeter Flecken treffen wir auch häufig strichförmige Elemente, die mit der die Flügelzelle halbierenden Falte einen einspringenden spitzen Winkel bilden. Erstrecken sich diese Striche bis zu den Flügeladern, so erhalten wir fortlaufende Zickzackbinden. Sehr schöne Uebergänge von einfachen geraden Längsbinden zu Zackenbinden treffen wir unter den Flügelzeichnungen der Meliteen an und in der Ontogenie beobachten wir, dass diese Zacken mit zunehmendem Alter der Puppe immer charakteristischer und länger werden (*Thais polyxena*). Ich habe weiter oben erwähnt, dass die Flecke in der Mittellinie der Seitenrandzellen meistens an Endpunkten der von den Konkavadern noch zurückgebliebenen Flügelfalten stehen. Desgleichen beobachten wir, dass sich an den Endpunkten der Flügeladern nahezu ausnahmslos, falls der ganze Saum nicht dunkel gefärbt ist, dunkle Schuppenbüschel befinden. Wir sehen hier eine Erscheinung, welche auf Verhältnisse, wie wir sie z. B. sehr deutlich bei Myrmeleonen getroffen haben, zurückgeführt werden kann. Auch dort fanden wir die pigmentierten Flecke vorzüglich an Kreuzungspunkten von Längs- und Queradern. Der Verlauf der Bluträume im Puppenflügel der Schmetterlinge zeigt wenigstens für den Flügelseitenrand sehr deutlich, dass die Längsadern alle in einen breiten, längs dem Seitenrand verlaufenden Kanal einmünden und diesen kreuzen. Wir haben innerhalb der verschiedensten Insektengruppen beobachtet, dass die Zeichnungsfarbe viel mehr in der Umgebung oder auf den feineren Queradern auftritt, als auf den viel kräftigeren Längsadern. Die Thatsache, dass auch im Schmetterlingsflügel die Zeichnung eine vorwiegend längsgerichtete ist, dass sie auch hier, wie die Puppe von *P. podalirius* zeigt, den Längsadern fehlt und häufiger an Konkav- als an Konvexadern erhalten bleibt, beweist, dass

auch in dieser Beziehung gleiche Ursachen wirksam sind, die mir in der hervorragenden Neigung der Längsadern dicke Chitinwände zu bilden, zu liegen scheint. Die der Chitinisierung verfallenden cylindrischen Epithelien der Längsaderstämme scheinen weniger für die Bildung und Ablagerung von Stoffwechselprodukten geeignet zu sein wie die Plattenepithelien der Queradern und der weniger kräftigen Längsaderstämme. So sehen wir auch in jedem Flügel, dass die Aderspitzen der Längsstämme viel mehr zur Pigmentbildung neigen als die Wurzelstücke. Die vorwiegende Längszeichnung der Insekten wäre demnach eine Folge höherer Differenzierung der physiologischen Funktion des Flügelgeäders. Diese Auffassung scheint mir die Möglichkeit nicht auszuschließen, dass ursprünglich Längs- und Queradern in gleicher Weise zur Pigmentierung geeignet waren. Jedenfalls geht aus diesen Untersuchungen hervor, dass auch bei den Lepidopteren ein unbestreitbarer Zusammenhang zwischen Zeichnung und Flügelgeäder besteht.

Die physiologischen Ursachen der Zeichnung und Färbung der Insekten.

Die Fragen, welche mich in diesem Abschnitt beschäftigt haben, sind im wesentlichen die folgenden: Wo und wann bilden sich die Farbstoffe, die später in den Flügelschuppen des Schmetterlings auftreten, entstehen sie schon in der Raupe oder finden sie sich erst bei der Puppe, auf welche Weise gelangen sie in die Schuppen, wie sind sie chemisch beschaffen, welche physiologische Rolle spielen sie in der Raupe, in der Puppe und im Schmetterling?

Ueber die chemische Beschaffenheit der bei den Lepidopteren vorkommenden Pigmente ist noch wenig sicheres bekannt. Die meisten Untersuchungen beziehen sich auf die gelben und grünen Pigmentfarben des Citronenfalters. Hopkins erkannte in dem wasserlöslichen Farbstoff dieses Schmetterlings ein Derivat der Harnsäure, welchem er den Namen „Lepidoptic acid“ beilegte. Das grüne Pigment, welches sich in den Flügeln vieler Schmetterlinge findet, wurde von Griffths untersucht und durch längeres Kochen mit Salpetersäure ebenfalls in Harnsäure übergeführt, er nannte den Farbstoff Lepidopteric acid. Von Coste und Perry liegen eingehendere Untersuchungen über die bei Schmetterlingen vorkommenden braunen und gelben Farbstoffe vor. Sie fanden, dass die hellgelben Pigmente in Säuren am leichtesten löslich waren, die dunkelgelben schon schwerer, während sich die braunen als ganz unlöslich erwiesen, und Coste nimmt an, dass alle drei Farbstoffe auseinander hervorgegangen sind und zwar so, dass die schwerer löslichen Modifikationen der leichter löslichen darstellen. Aehnliche Untersuchungen sind auch von Urech unternommen worden und haben zu ganz analogen Ergebnissen geführt. Auch Urech zeigt, dass die

Löslichkeit der Pigmente mit der Vertiefung des Farbentones abnimmt und erinnert dabei an das ähnliche Verhalten des Amidobenzols, wo mit der Kondensation des Farbstoffmoleküls, d. h. mit der Vermehrung eines Radikals oder eines Substitutenten der Farbstoff dunkler und beständiger wird. Er ist der Meinung, dass ein ähnliches physikochemisches Gesetz auch der Farbenevolution der Schmetterlinge zu Grunde liegt. Außer den genannten Arbeiten sind keine exakten Untersuchungen auf diesem Gebiet angestellt worden, so dass die Frage nach dem Wesen und dem Ursprung der Pigmente ziemlich offen steht. Die einen nehmen an, dass die Nahrung der Raupe auf die Farbe der Raupe und der Schmetterlinge von direktem Einfluss sei, während wieder andere die Pigmente bei den Insekten als kompliziertere Endprodukte der Assimilation betrachten. Für die letztere Anschauungsweise scheinen die Resultate der Untersuchungen von Hopkins, Griffths, Coste's, Urech's und Fabres zu sprechen, der ebenfalls aus den roten und gelben Farbstoffen verschiedener Raupen eine deutliche Murexidreaktion erhielt.

Den Beweis für einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Hautpigment und den Farbstoffen, welche durch die Nahrung in den Organismus der Raupen eingeführt wurden, liefert uns dagegen Poulton. Er zeigte, dass die Raupen von *Agrotis pronuba* das Chlorophyll und das Etiolin in Epidermispigment verwandeln können und dass sich kein Pigment bildet, wenn die Nahrung des einen oder anderen Farbstoffes entbehrt.

Von Leydig und anderen ist darauf hingewiesen worden, dass das Blut der Heuschrecken gelöstes Chlorophyll enthalte und von dem aus der Nahrung stammenden Blattgrün sollen auch die Flügel der Heuschrecken und der *Chrysopa* ihre Farbe erhalten. Bei *Chrysopa* wurde die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass sie, wie die Blätter, im Herbst bei niederer Temperatur ihre grüne Flügelfarbe in rot abänderte und ihre grüne Farbe wieder annahm, sobald es wärmer wurde. Auch die spectroskopischen Untersuchungen Poulton's sprechen dafür, dass das Blut vieler Schmetterlinge Chlorophyll in Lösung enthalte, und zwar soll es noch mehr an das Spectrum des reinen Chlorophylls erinnern, als es von einem alkoholischen Blätterauszug erhalten wird.

Von Anfang an habe ich bei meinen Untersuchungen das Material, das mir zur Verfügung stand, auch dahin verwertet, um über das Wesen der Schmetterlingsfarben Aufschluss zu erhalten und habe namentlich auch an frischen Objekten der Entstehungsweise der Schuppenpigmente näher zu treten gesucht. Wie meinen Vorarbeitern auf diesem Gebiet ist es auch mir nicht entgangen, dass auf den Schmetterlingsflügeln eine Farbenfolge besteht, die von helleren Tönen zu dunkeln fortschreitet. Besonders auffallend war mir, dass, wie

van Bemmelen schon für Vanessen hervorhebt, bei einer sehr großen Anzahl von Schmetterlingen auf einer bestimmten Stufe der Puppenentwicklung die Epidermiszellen auf größeren und kleineren Strecken mit karmin- oder zinnoberrotem Farbstoff erfüllt sind. Besonders sind es die Epithelien der Flügel und der Geschlechtsdrüsen, welche den Farbstoff enthalten. Bei denjenigen Formen, wo er weiter verbreitet ist, erfüllen die roten Körnchen die Zellen des ganzen Körperepithels der Tracheenintima und kommen öfters zu größeren Klumpen zusammengeballt in den Blutzellen vor. Dieser rote Farbstoff ist in Wasser und Glycerin löslich und krystallisiert aus Alkohol und Glyceringelatine bei Verdunstung des Wassers in rhombischen Plättchen oder lang zugespitzten Nadeln, die häufig zu Drusen vereinigt sind. Außer diesem roten Farbstoff finden sich in der Epidermis auch noch grünlich und gelblich gefärbte Körnchen, die große Aehnlichkeit mit den Niederschlägen harnsauren Natrons haben, die bei Wirbeltieren durch schnelles Ausfällen aus dem Urin entstehen. Diese Körnchen werden durch Salzsäure gelöst und geben typische Harnsäurekrystalle. In sehr kleinen Mengen findet sich bei fast allen von mir untersuchten Schmetterlingen ein indigoblauer Farbstoff, der sich indessen nur bei *Hylophila prasinana* auch in den grünen Schuppen und zwar hier in größeren Mengen vorfand. Alle diese Pigmente treffen wir auch in den Blutzellen an und sehr oft sind diese außer mit roten, orangefarbenen und gelben Körnchen auch noch mit braunen Schollen beladen, die in ihrer Farbe vollkommen an die braunen Schuppen der betreffenden Falter erinnern. Die feinen Uebergänge, die sich in der Schattierung der heller und dunklergelb bis rot gefärbten Körnchen ergeben, legten die Vermutung nahe, dass diese Pigmente in genetischem Zusammenhang stehen, besonders, da man auch in einer und derselben Epithelzelle beobachten kann, wie an der Basis karmin-orangerote, an der Spitze mehr gelbgrünlich gefärbte Körner liegen. Es gelang mir auch, durch die Einwirkung von Glyceringelatine die gelben Farbstoffe in einem sehr jungen Puppenflügel von *Vanessa atalanta* in karminrotes Pigment zu verwandeln. Desgleichen wurde der orangerote Farbstoff in den Schuppen eines fast ausgefärbten Puppenflügels von *Vanessa io* durch Glyceringelatine in karminrote Lösung übergeführt, aus der sich später innerhalb der Schuppen ein ebenso gefärbter körniger Niederschlag bildete. Es war also das mehr orangerote Schuppenpigment in einen Farbstoff zurückverwandelt worden, der sich optisch ebenso verhält wie der rote Farbstoff, der zu einer früheren Zeit der Entwicklung besonders die Flügel-Epithelien der Puppe erfüllt. Nachdem dieser Zusammenhang zwischen dem karminroten Puppenpigment und dem orangeroten Schuppen-Farbstoff des Falters erwiesen war, galt es, der Bildungsstätte des roten Pigmentes auf die Spur zu kommen, und ich legte mir die Frage vor: wird der rote Farbstoff schon im Raupen-

körper gebildet oder erst in der Puppe? Oeffnen wir eine Raupe, so finden wir, dass der ganze Darm mit einem grünen Saft angefüllt ist, der sich, worauf ich an anderer Stelle noch zurückkommen werde, durch sein spektroskopisches Verhalten als gelöstes Chlorophyll erweist. In einem Tropfen dieser Flüssigkeit, unter dem Deckglas aufbewahrt und der Einwirkung des Lichtes und der Luft ausgesetzt, bildeten sich nach einigen Tagen fleckige Niederschläge eines roten Farbstoffes.

Die Zellen der Darmschleimhaut waren von der grünen Flüssigkeit getränkt. Im Darminhalt fanden sich Blattreste, die zum Teil noch unveränderte Chlorophyllkörper enthielten, in anderen Zellen waren die Körner in kleine Stücke zerfallen, die grün oder gelbgrün bis orangegelb gefärbt waren. Dieselben orangegelben Einschlüsse fanden sich aber auch in den Epithelzellen des Darmes. Sehr verschieden war das Aussehen des Darmes einer Raupe, die kurz vor der Verpuppung stand. Statt der grünen Flüssigkeit enthielt der Darm jetzt einen zwiebelroten Saft. Unter dem Mikroskop sah man, dass die Darmepithelien von karminrotem Pigment erfüllt waren, und es schien auf Zupfpräparaten, als ob sich allein die Zellkerne gefärbt hätten. Dieser Farbstoff ist weder in Alkohol noch in Xylol noch in Aether oder Chloroform löslich, dagegen löst er sich leicht in Wasser und Glycerin. Er krystallisiert in gelbroten rhomboëdrischen Tafeln und in mehr karminroten, rhomboëdrischen, lang und spitz ausgezogenen Nadeln, die oft in Drusen beisammen stehen. Es handelt sich also wahrscheinlich um zwei verschiedene Farbstoffe. Bei Raupen, die noch weniger nah an der Verpuppung sind, enthält das Darmepithel außer dem roten Farbstoff die früher erwähnten orangegelben und grüngelben Körnchen. Bei der Puppe treten außerdem die grünlichgrauen Körnchen im Darmepithel auf, die mit Salzsäure gelöst Harnsäurekrystalle ergeben.

Bei einer drei Tage alten Puppe von *Vanessa levana* fand ich, indem ich die in absolutem Alkohol konservierte Puppe in Schnittserien zerlegte, dass der rote Farbstoff nicht nur im Darmlumen und den abgestoßenen Darmepithelien anwesend war, sondern dass er sich in allen Bluträumen verbreitet hatte, besonders in den Blutkanälen, welche das Fettgewebe durchsetzen. Gewöhnlich lagen an den Begrenzungen der Blutkanäle größere rote Körnchen. Auch die Zwischenräume zwischen Fettkörper und Hautepithel waren mit den durch das Pigment rot gefärbten Blutkoagulaten erfüllt, die sich besonders in der Umgebung von Muskelzügen niedergeschlagen hatten. Die Hautepithelien waren mit gelblichgrünen Körnchen erfüllt, die indessen an einzelnen Körperstellen, besonders an den Stigmen ebenfalls rot gefärbt waren. In die Flügellumina war der rote Farbstoff noch nicht verschleppt worden und auch die Epithelzellen der Flügelmembranen erhielten die gelb- oder grüngrauen Körnchen. Erst später tritt das

rote Pigment auch im Flügellumen auf und färbt auch die Körnchen in den Zellen des Flügelepithels, zu dieser Zeit finden wir auf Schnitten, dass die Blutzellen im Flügel mit roten Farbstoff-Körnchen beladen sind. Der rote Farbstoff wird indessen nicht nur in körniger Form in den Flügel geschleppt, er befindet sich, wenn die Schnitte sich ausfärben, auch in den Flügeladern und folgt dem Lauf der Quertracheen und so wird es erklärlich, dass an manchen Stellen sogar die Puppenhülle diffus rosa gefärbt ist. An denjenigen Flügelstellen, wo später dunkles Pigment auftritt, entstehen die Epithelien neben roten Körnchen, die ursprünglichen gelbgrünen Granulationen. In älteren Puppenflügeln beobachten wir in den Schuppenzellen ein mehr orangerotes als karminrotes Pigment, sobald aber die Flügel in Glyceringelatine eingelegt werden, verwandelt sich der Farbstoff in den karminroten, der die Flügelzellen zuerst erfüllte. Es scheint sogar, dass der orangengelbe Farbstoff vor seiner Verwandlung in karminroten in Lösung übergeführt wird; denn während er vorher in Gestalt kleiner Körnchen niedergeschlagen ist, finden wir ihn jetzt als größere Schollen. Im Flügellumen ist das rote Pigment stets mit grauen und bräunlichen Körnern vermischt und es macht den Eindruck, dass auch der dunkle Farbstoff aus dem roten hervorgeht, jedenfalls werden die roten sowie auch die braunen und grau erscheinenden Körnchen zwischen den Flügelmembranen durch heißes Wasser gelöst. Die braunen Farbstoffe im Flügellumen sind identisch mit den dunkelbraunen Farben in den Schuppen, sie müssen indessen auf dem Transport dorthin eine tiefgreifende Veränderung erfahren, denn sie sind als Schuppenpigmente nahezu unlöslich geworden. Im ausgefärbten Flügel erhält weder das Flügellumen noch die Flügelepithelien irgend welchen Farbstoff. Der ganze Vorrat, der vorher hier aufgespeichert war, ist in die Schuppen übergegangen. Die Frage nach der Bildungsstätte und dem Wesen der Schuppenpigmente glaube ich vorläufig dahin beantworten zu können: Die Schuppenpigmente entstehen im Darm der Raupe vor ihrer Verpuppung. Sie erscheinen hier als ein Umwandlungsprodukt der den Darminhalt der Raupe bildenden Chlorophylllösung. Sie erfüllen, so wie vorher das gelöste Chlorophyll, die Darmepithelien, werden vom Blut aufgenommen und im Körper verbreitet und zwar entweder in körnigem Zustand Einschlüsse der Blutzellen, oder in Lösung. Auf diese Weise gelangen sie in das Körperepithel, wo sie sich an bestimmten, für die Atmung des Insekts besonders wichtigen Stellen aus roten Farben niederschlagen. Ob das rote Pigment indessen irgend welche physiologische Bedeutung für den Gasaustausch hat, konnte ich nicht feststellen. Die Farbstoffe werden mit dem Blutstrom auch in die Flügel eingeschleppt und lagern sich hier sowohl in den Schuppen-

zellen als auch zwischen den Flügelmembranen, im Lumen des Flügels, ab, um schließlich in die Schuppen selbst zu gelangen. Ein Teil des roten Farbstoffes bleibt im Darm zurück und färbt den Urin des ausschlüpfenden Schmetterlings.

Der ursprünglich im Darm vorherrschende zwiebelrote Farbstoff kann nach karminrot abändern, wird aber in den Schuppenzellen wieder gelbrot. Es scheint mir, dass sowohl die gelbbraunen und braunen, als auch die orangegelben Farben der Vanessen auf dem roten Farbstoff zurückzuführen sind. Ob der rote Farbstoff sich in den bestimmten Verhältnissen im Körper der Raupe und Puppe entfärben kann, um dann unter anderen Bedingungen seine ursprünglich Farbe wieder zu erlangen, scheint mir wahrscheinlich, aber noch nicht sicher erwiesen. Es fallen z. B. aus dem nicht rot oder rosa gefärbten Blut rote Farbstoffkrystalle aus, die nicht allein auf die in den Blutzellen enthaltenen Pigmentkörner zurückgeführt werden können. Auch entfärbt sich die wässerige Lösung des Farbstoffes beim Erhitzen und regeneriert ihre Farbe wieder beim Abkühlen.

Auch die Verhältnisse, wie wir sie bei den Heuschrecken antreffen, scheinen mir einmal die nahen Beziehungen der verschiedenen Farbstoffe untereinander und zum Chlorophyll andererseits den eben geschilderten Bildungs- und Verbreitungsmodus der Pigmente zu beweisen. Die Flügel der Heuschrecken enthalten neben grünem Pigment einen braunen Farbstoff, der durch irgend welche Einflüsse aus dem grünen zu entstehen scheint und durch Alkohol in ein dem Schmetterlingspigment sehr ähnlichen roten Farbstoff übergeführt werden kann. Aber nicht nur die Flügelepithelien, auch das Darmepithel ist hier wie dort mit dem braunen Pigment erfüllt und ebenso die Intima der Tracheen, die unter dem Einfluss von Alkohol oder Glyceringelatine sich wunderschön rot färbt. Ein Farbenwechsel, wie er hier durch den Einfluss des Alkohols hervorgebracht wird und wie wir ihn während des Puppenlebens der Schmetterlinge beobachten, vollzieht sich auch, wie M. Künckel d'Herculais beschreibt, bei dem ontogenetischen Wachstum der Wanderheuschrecke (*Schistocerca peregrina* Oliv.). Nach der ersten Häutung erscheinen die kleinen Larven grünlich-weiß. Unter dem Einfluss des Lichtes werden sie braun und schließlich schwarz, mit weißen oder gelben Flecken. Nach der zweiten Häutung erscheinen rosa Töne besonders auf den Seiten des Körpers. Nach der dritten Häutung wiegen die rosa Pigmente vor, werden aber allmählich von gelben Farben verdrängt.

Es besitzen indessen nicht alle Schmetterlinge in gleichem Maß die Fähigkeit, roten Farbstoff zu bilden. Ein Wickler, *Botys urticata*, der ebenfalls auf der Brennessel lebt, enthält bei der Verpuppung in den Darmepithelien fast nur grünen oder braungrünen bis gelben Farbstoff. Mit Glyceringelatine konserviert fallen wohl die auch bei Vanessen

vorkommenden orangeroten rhombischen Tafeln aus, aber in weit geringerer Zahl wie dort.

Es bleibt noch die Frage zu erörtern, welche chemische Zusammensetzung die bei den Vanessen vorkommenden Farbstoffe haben. Genaues kann ich hierüber nicht angeben, da eine Analyse noch nicht gemacht worden ist. Es scheint mir indessen, wie schon erwähnt, sehr wahrscheinlich, dass wir in ihnen Umwandlungsprodukte des durch die Verdauungsthätigkeit gelösten Chlorophylls zu suchen haben. Der gestern bei der Raupe mit Chlorophylllösung erfüllte Darm wird morgen rot, ohne dass vorher eine Abscheidung des Chlorophylls nach außen oder eine Aufnahme roten Farbstoffes stattgefunden hätte; wie kann dieser Vorgang anders erklärt werden als durch eine direkte Umwandlung des grünen Saftes in roten. Dass die bei den Vanessen vorkommenden Pigmente ein Umwandlungsprodukt der Harnsäure sind, glaube ich deshalb entschieden nicht; dagegen habe ich oft beobachtet, dass sich die Pigmente auf den Harnsäuresalze darstellenden Körnchen, die in den Epithelien und in den Malpighischen Gefäßen abgelagert sind, niederschlagen. Durch Salzsäure werden die Farbstoffe indessen mit gelber Farbe gelöst und größtenteils von den Harnsäurekrystallen getrennt. Neutralisieren wir durch Ammoniak oder lassen wir das Präparat an der Luft stehen, so regenerieren die Farbstoffniederschläge ihre rote Farbe wieder. [75]

Der Gang des Menschen.

Von **R. F. Fuchs.**

(Schluss.)

Die selbständige Fortbewegung des menschlichen Körpers, sowie jede Lokomotion geschieht unter der Einwirkung innerer und äußerer Kräfte; als innere Kräfte kommen in erster Linie die Muskelkräfte in Frage, dann die elastischen Zug- und Druckwirkungen der Sehnen, Bänder, Gelenkknorpel u. s. w., während die äußeren Kräfte durch die Schwerkraft, den Gegendruck und die Reibung des Bodens, sowie durch den Luftwiderstand gegeben sind. Ohne Einwirkung äußerer Kräfte, ja selbst nur beim Fehlen der Reibung des Bodens wäre eine spontane Fortbewegung durch die Muskelkräfte wie beim Gehen unmöglich. Um aber die Reibung zur Fortbewegung ausnützen zu können, muss der von unserem Körper gegen den Boden ausgeübte Druck in schräger Richtung erfolgen, denn erst dann ist eine Komponente des Druckes parallel zur Bodenfläche gerichtet, wodurch eine Fortbewegung ermöglicht wird. Da die Reibung wie eine äußere Kraft wirkt, welche entgegengesetzt gleich der parallel der Boden-

fläche verlaufenden Druckkomponente ist, so bezeichnet Fischer diese Kraft als Reibungskraft. Ueberblicken wir die Wirkungsweise der einzelnen äußeren Kräfte, mit der sie auf die Bewegungen des Gesamtschwerpunktes des menschlichen Körpers Einfluss nehmen, so kommen wir mit Fischer zu folgendem Resultate. Bei horizontaler Bodenfläche wird jede Beschleunigung oder Verzögerung des Schwerpunktes in vertikaler Richtung dem Zusammenwirken von Schwere und normalem Gegendruck des Bodens zuzuschreiben sein, während die gleichen Veränderungen in horizontaler Richtung durch die Reibungskraft und den Luftwiderstand bedingt sind. Durch Muskelaktionen sind wir im stande, sowohl den Gegendruck des Bodens als auch die Reibungskraft innerhalb gewisser Grenzen willkürlich zu ändern, weshalb wir die Richtung und Geschwindigkeit des Ganges nach unserem Willen zu regeln vermögen. Kennt man das genaue Bewegungsgesetz des Schwerpunktes des menschlichen Körpers während der einzelnen Phasen des Doppelschrittes, dann lassen sich auch die Größen für den normalen Gegendruck, die Reibungskraft und den Luftwiderstand durch Rechnung ermitteln. Aus den ersten beiden kann man unter genauer Kenntnis der Gelenkbewegungen ein Urteil über die Thätigkeit der hauptsächlich beim Gehen in Frage kommenden Muskelgruppen gewinnen. Es ist dies eine der Hauptaufgaben, welche Fischer in den vorliegenden Untersuchungen sich gestellt hat.

Der Lösung dieser letzten Frage scheinen mir, wie schon früher angedeutet, aber unüberwindbare Hindernisse entgegenzustehen. Freilich, wenn man wie Fischer annimmt, dass selbst bei großen individuellen Verschiedenheiten des Ganges doch die gleichen Muskelgruppen in Thätigkeit treten, dann könnte es auch möglich sein, über die Muskelthätigkeit beim Gehen zu einem einigermaßen abschließenden Urteile zu gelangen. Es handelt sich eben immer wieder um die Frage nach der Zulässigkeit der Hypothese vom typischen Gang. Zweifelsohne wird niemand leugnen wollen dass zur Ausführung bestimmter Bewegungen der einzelnen Körper- und Extremitätenabschnitte die Thätigkeit bestimmter Muskeln besonders geeignet ist, aber es ist doch ein gewaltiger Unterschied darin gegeben, wenn man annimmt, dass eine bestimmte Bewegung nur durch eine einzige bestimmte Kombination von Muskelaktionen möglich wäre. Verstehe ich Fischer recht, dann neigt er dieser Anschauung zu, welche dem Mechaniker allerdings die geläufigere zu sein scheint. Der Physiologe wird sich mit einer solchen Annahme nicht gut befreunden können, denn für ihn bestehen für das Zustandekommen einer koordinierten Bewegung stets mehrere Möglichkeiten. Die Fähigkeit vicariierenden Eintretens einzelner Gebilde für andere ist im allgemeinen sehr weit ausgebildet und kann auch dem Muskelsystem nicht abgesprochen werden, zumal die mechanische Analyse der Muskel-

funktionen ergiebt, dass kaum ein Muskel unter allen für ihn möglichen Bedingungen nur stets ein und dieselbe Bewegung hervorzurufen im stande wäre. Ich verweise z. B. nur auf die Bedeutung der jeweiligen Stellung eines Gliedes zur Zeit des Kontraktionsbeginnes für den Effekt dieser Thätigkeit. Das Gehen ist nun nichts anderes als eine koordinierte Bewegung, für die keine Ausnahmen gegenüber anderen koordinierten Bewegungen gemacht werden soll oder kann. Es wird sich eben nur darum handeln, ob das Einzelindividuum es erlernt, die vorhandenen verschiedenen Möglichkeiten für das Zustandekommen einer bestimmten Bewegung in beliebiger Weise koordiniert miteinander zu verbinden. Welche Kombination dann gebraucht wird, ist zum großen Teil Uebungssache. Aus einer Bewegung des menschlichen Körpers an sich wird man aber niemals ohne weiteres auf die Thätigkeit bestimmter Muskel schließen können, weil wir gar nicht wissen können, welche Muskel das Individuum in koordinierte Thätigkeit versetzt. Ein solcher Schluss wäre nur dann zulässig, wenn es nur eine einzige Möglichkeit für das Zustandekommen einer Bewegung gäbe; und das ist sicherlich nicht der Fall. Außerdem sei auch hier wieder auf v. Meyer's Anschauungen verwiesen. Ziehen wir z. B. nur den vertikalen Bogen in Betracht, dann müssen wir ohne weiteres sagen, dass je nach den verschiedenen Mittelpunkten des Bogens, welche möglich sind, auch verschiedene Muskelgruppen in wechselnder Intensität sich an der Ausführung des Bogens beteiligen werden.

Vor Braune und Fischer[1]) wurde die Lage des Schwerpunktes des menschlichen Körpers zu wiederholtenmalen bestimmt. Als erster führte Borelli[2]) eine solche Untersuchung aus, ihm folgten mit wesentlich vollkommeneren Versuchen die Brüder Weber[3]). Eingehendere Untersuchungen hat dann Hermann v. Meyer[4]) und auch Harless[5]) angestellt. Fischer leitet die Lage der Einzelschwerpunkte für die einzelnen Bewegungsphasen aus der jeweiligen Stellung der Gelenkmittelpunkte der einzelnen Abschnitte ab, indem er die in der mit Braune gemeinsamen Arbeit gewonnenen Verhältniszahlen seinen Konstruktionen zu Grunde legt. Diese Verhältniszahlen geben z. B. für

---

1) Braune und Fischer: Ueb. d. Schwerpunkt d. menschl. Körpers mit Rücksicht a. d. Ausrüst. d. deutsch. Infanteristen. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XV, Nr. 7. Leipzig 1889.

2) Borellus, J. A.: De motu animalium Lugduni Batavorum 1679.

3) W. und E. Weber: Mechanik d. menschl. Gehwerkzeuge.

4) v. Meyer: Statik u. Mechanik d. menschl. Knochengerüstes und die daselbst angegebenen Spezial-Arbeiten.

5) Harless: Die statischen Momente d. menschl. Gliedmaßen. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. bayer. Akademie d. Wissenschaften. Bd. VIII, I. Abt. München 1857.

den Oberschenkel an, in welchem Verhältnis die Längsaxe des Gliedes durch den Schwerpunkt geteilt wird. Aus den so gefundenen Einzelschwerpunkten lässt sich entweder durch Rechnung oder auf dem Wege der Konstruktion der Gesamtschwerpunkt ermitteln, da der gemeinsame Schwerpunkt zweier Massen auf der Verbindungslinie der Einzelschwerpunkte liegt und dieselbe im umgekehrten Verhältnis dieser Massen teilt. Dieses Verfahren der Zusammensetzung des Gesamtschwerpunktes aus Einzelnschwerpunkten war bereits von v. Meyer angewandt und von Harless weiter durchgebildet worden. Ferner lassen sich durch Rechnung die Koordinaten des Gesamtschwerpunktes ermitteln, wenn man die Koordinaten der Einzelnschwerpunkte kennt. Endlich hat Fischer auch einen Mechanismus konstruiert, der automatisch die jeweilige Lage des Gesamtschwerpunktes verzeichnet. Dieser Apparat ist nichts anderes als eine Kombination von Storchschnäbeln (Kräfteparallelogramm), bei denen die Enden der freien Stäbe mit den Einzelnschwerpunkten verbunden sind, wobei dann der mittlere Punkt (d. i. der Verbindungspunkt der kurzen Stäbe) die Lage des Gesamtschwerpunktes der so verbundenen Einzelnschwerpunkte verzeichnet. Durch geeignete Kombination der nötigen Anzahl solcher Storchschnäbel hat Fischer die jeweilige Lage des Gesamtschwerpunktes bestimmt. Ein anderer von Fischer betretener Weg ist die Bestimmung des Gesamtschwerpunktes mit Hilfe der Hauptpunkte und Hauptstrecken. Die Hauptpunkte sind nach Fischer[1]) aufzufassen als die Schwerpunkte eines fingierten Massensystemes, welches man dadurch erhält, dass man in dem Mittelpunkte eines jeden Gelenkes des betreffenden Körperteiles die Massen aller anderen Körperteile sich konzentriert denkt, welche durch dieses Gelenk unmittelbar oder mittelbar mit dem fraglichen Körperteile in Verbindung stehen. Die Strecken zwischen den Mittelpunkten der einen Körperteil begrenzenden Gelenke und dem Hauptpunkte dieses Teiles heißen Hauptstrecken. Die Zusammensetzung der einzelnen Hauptpunkte zum Gesamtschwerpunkt erfolgt in noch einfacherer Weise wie die der Einzelnschwerpunkte, außerdem sind die Hauptstrecken ein Maß für den Einfluss, den die Bewegung der verschiedenen Körperteile und Systeme derselben auf die Lage des Gesamtschwerpunktes ausübt.

Während die einzelnen Schwerpunkte der Extremitätenabschnitte ziemlich bedeutende Exkursionen in der Vertikalrichtung ausführen, bleibt der gemeinsame Schwerpunkt beider Beine beim Gehen in einer bestimmten Höhe über dem horizontalen Fußboden. Die

1) Fischer: Die Arbeit d. Muskeln u. d. lebend. Kraft d. menschlichen Körpers. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XX, Nr. 1. Leipzig 1893.

Schwerpunkte des Kopfes, Rumpfes, sowie der Gesamtschwerpunkt des ganzen Körpers beschreiben während eines Doppelschrittes ähnlich komplizierte Bahnkurven, wie die des Hüftgelenksmittelpunktes etc., welche früher genauer beschrieben wurden. Bei dem Belastungsversuche zeigten sich nur geringe Unterschiede, indem sämtliche Schwerpunkts-Bahnkurven in der horizontalen Richtung mehr auseinandergezogen erscheinen, als in den Versuchen ohne Belastung. Um die Schwankungen des Gesamtschwerpunktes vollkommen zu verzeichnen, genügt es nicht, dieselben auf die drei Ebenen des festen räumlichen Koordinatensystemes zu projicieren, man muss vielmehr die Projektion auf eine Frontalebene einführen, welche der yx-Ebene des festen Koordinatensystemes entspricht, die wir uns aber mit der gleichen Geschwindigkeit, mit der die Vorwärtsbewegung beim Gehen erfolgt, parallel mit sich selbst vorwärts bewegt denken müssen. Senkrecht zu der bewegten Ebene schwingt nun der Gesamtschwerpunkt nach vorn und hinten. Wir können uns der Einfachheit halber das ursprünglich als fest angenommene räumliche Koordinatensystem mit der mittleren Ganggeschwindigkeit parallel zur yz-Ebene in der Gangrichtung vorwärts bewegt denken; dadurch werden selbstverständlich die y- und z-Koordinaten keine Veränderung ihrer Werte gegenüber jenen im festen Koordinatensystem erfahren. Die Projektionen der Bewegung des Gesamtschwerpunktes auf die horizontale Ebene des Fußbodens (xy-Ebene) sowie die auf die Gangebene (xz-Ebene) bleiben dieselben wie im festen Koordinatensystem, es ändern sich nur die Werte der x-Koordinaten, und diese neuen Koordinaten für das bewegliche Koordinatensystem bezeichnet Fischer als ξ-Koordinaten. Die Beziehung der Bewegungen des Gesamtschwerpunktes auf das bewegliche ξyz-Koordinatensystem lehrt uns, dass der Schwerpunkt des bewegten Körpers beim Fehlen jeder äußeren Kraft in Bezug auf das mit der mittleren Ganggeschwindigkeit gleichmäßig vorwärts bewegte Koordinatensystem in Ruhe bleiben müsste. Wirken aber äußere Kräfte ein, dann kommt eine relative Bewegung des Körpers zu diesem Koordinatensystem zu stande. Bei gleichmäßigem Gange beschreibt der Gesamtschwerpunkt des menschlichen Körpers in diesem Koordinatensystem eine in sich geschlossene Raumkurve, welche während eines Doppelschrittes einmal durchlaufen wird. Sie ist zur Gangebene symmetrisch, dagegen hat sie weder eine horizontale noch eine vertikale Symmetrieebene. Wir können aber zwei Ebenen finden, welche die Bahnkurve sowohl in der vertikalen als horizontalen Richtung in zwei symmetrische Abschnitte zerlegt. Die Ebenen bilden zusammen mit der Gangebene die „Mittelebenen“ für die periodischen Bewegungen des Schwerpunktes nach den drei Richtungen des Raumes. Als Mittelebene wird jene bezeichnet, zu welcher der Schwerpunkt

symmetrische Schwingungen nach den drei gegenüberliegenden Seiten (z. B. vorn und hinten, rechts und links) ausführt. Diese drei Ebenen schneiden sich in einem Punkte, von dem aus die Raumkurve sich in jeder der drei Hauptrichtungen gleichweit entfernt; er giebt zugleich die mittlere Lage des Schwerpunktes im beweglichen Koordinatenraume an und wird von Fischer als Kernpunkt der Bahn des Gesamtschwerpunktes bezeichnet. Es ist zweckmäßig, diesen Punkt zum Anfangspunkt des beweglichen Koordinatensystemes zu machen. Indem der Gesamtschwerpunkt gleichzeitig nach den drei verschiedenen Richtungen um den Kernpunkt schwingt, entsteht die geschlossene Raumkurve als Bahn des Gesamtschwerpunktes. Obzwar der Kernpunkt im beweglichen Koordinatenraume ein fester Punkt ist, schreitet er doch im ruhenden Koordinatenraume mit der mittleren Ganggeschwindigkeit vorwärts, er besitzt beim Gehen ebensowenig eine feste Lage innerhalb des menschlichen Körpers wie der Schwerpunkt, sondern er erleidet genau so wie dieser eine sehr starke Ortsveränderung. Dass der Schwerpunkt im Körper je nach der Haltung des Rumpfes und der Stellung der Extremitäten eine sehr wechselnde Lage hat, hat bereits H. v. Meyer ganz klar ausgesprochen, denn er sagt in seiner Statik und Mechanik ausdrücklich, es sei „vor allem einer sehr verbreiteten Meinung entgegenzutreten, welche dem Schwerpunkte eine unveränderliche Lage in dem Körper zuerkennt, fast so, als ob derselbe ein anatomischer Bestandteil des Körpers sei“. Daraus folgt von selbst, dass v. Meyer auch eine wechselnde Lage des Schwerpunktes beim Gehen als sicher annahm, wenngleich er auch über die genaue Bahnkurve des Schwerpunktes keine Angaben macht, weil ja eine solche nach v. Meyer's Anschauungen keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erheben kann, denn sie muss verschieden sein nach den verschiedenen Elementen, welche in die Gehbewegung einbezogen werden.

Die Betrachtung der von Fischer gewonnenen Bahnkurven des Gesamtschwerpunktes, welche in der Ansicht von hinten der des Kopfscheitelpunktes noch am ähnlichsten sind, lehrt, dass der Gesamtschwerpunkt in dem mit der mittleren Ganggeschwindigkeit fortbewegten Raume kleinere Exkursionen ausführt, als jeder andere Punkt des menschlichen Körpers. Die Bahnkurve des Gesamtschwerpunktes durchdringt während eines Doppelschrittes zweimal an derselben Stelle die Gangebene, bevor sie auf der einen oder anderen Seite ihren tiefsten Punkt erreicht hat. Zwischen den beiden Durchdringungen der Gangebene beschreibt dann der Gesamtschwerpunkt immer auf der einen Seite, auf welche er gerade übergetreten ist, ein hoch und etwas schräg nach vorn und außen gestelltes Oval. Beim Gange mit Belastung ist die Form der Schwerpunktsbahn im wesentlichen dieselbe geblieben, nur ist sie in allen Dimensionen größer

geworden. In den Projektionen der Bahnkurven hat Fischer auf Grund neuerlicher Bestimmungen auch die Zeitpunkte bezeichnet, in denen die beiden unteren Extremitäten auf den Boden aufgesetzt werden und zu schwingen beginnen, womit die zeitlichen Beziehungen der Bewegung des Gesamtschwerpunktes zum Ablauf der gesamten Gangbewegung gegeben sind. Die Projektion der Bahnkurve des Gesamtschwerpunktes auf die Gangebene (xz-Ebene) stellt eine eiförmige Linie dar und wird während eines Doppelschrittes zweimal durchlaufen, während die Projektionen auf die Frontalebene (yz-Ebene) und die Horizontalebene des Fußbodens (xy-Ebene), die schon bekannte lemniscatenähnliche Form besitzen und während eines Doppelschrittes nur einmal zurückgelegt werden.

Um zu einem genauen Bewegungsgesetz des Gesamtschwerpunktes des menschlichen Körpers zu kommen, müssen außer den Bahnkurven noch die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bekannt sein, mit welchen jeder Punkt der Bahnkurve durchlaufen wird. Eine mathematische Ableitung dieser Größen auf dem Wege wiederholter Differentiation ist wegen der Kompliziertheit des Bewegungsgesetzes des Gesamtschwerpunktes nicht mit entsprechender Genauigkeit auszuführen, weil es nicht möglich ist, alle für das Bewegungsgesetz der Organismen in Frage kommenden Faktoren in einer verhältnismäßig einfachen Formel auszudrücken. Deshalb leitet Fischer die gesuchten Größen auf geometrischem Wege ab, indem er von den Wegkurven ausgeht. Die Wegkurven des Gesamtschwerpunktes (nicht zu verwechseln mit den Bahnkurven) haben als Ordinaten die Werte der Koordinaten des Gesamtschwerpunktes und als Abscissen der Zeit proportionale Strecken, wobei die Zeit vom Momente der ersten der verzeichneten 31 Bewegungsphasen gemessen wird. Aus den Wegkurven der einzelnen Koordinaten, welche ein deutliches Bild vom Bewegungsverlaufe in der Richtung der betreffenden Koordinate geben, lassen sich die Geschwindigkeitskuren und aus diesen wieder die Beschleunigungskurven unmittelbar ableiten. Die Geschwindigkeit ist für jeden Moment proportional der trigonometrischen Tangente des Winkels, welchen die Tangente an den betreffenden Punkten der Wegkurve mit der Abscissenaxe bildet. Als Einheit der Geschwindigkeit gilt jene, die einem Wege von 1 cm pro Sekunde (cmsec—1) entspricht. Die Ordinaten der Geschwindigkeitskurven sind die erhaltenen Tangentenwerte, während die Abscissen wieder die Einheiten der Zeit darstellen. Die Geschwindigkeitskurven schneiden stets in dem Momente die Abscissenaxe, in welchem die Wegkurven ein Maximum oder Minimum haben, dann ist die Tangente gleich Null, denn die Geschwindigkeit muss in dem Momente gleich Null sein, in welchem sich eine Bewegung umkehrt, was ja für die Maxima und Minima der Wegkurven zutrifft. Die Geschwindigkeitskurven müssen dann ihre Maxima

haben, wenn die zugehörigen Wegkurven aus einer nach unten konvexen Krümmung in eine konkave übergehen, im umgekehrten Falle ist ein Minimum zu verzeichnen. In diesen sogenannten Wendepunkten der Wegkurven ändert sich die Winkelgröße der Tangente mit der Abscissenaxe in entgegengesetzter Richtung. Wurde der Winkel z. B. bis zur Erreichung des Wendepunktes immer größer, so wird er mit dem Momente des Passierens des Wendepunktes wieder kleiner. In analoger Weise werden aus den erhaltenen Geschwindigkeitskurven die Beschleunigungskurven abgeleitet, d. h. jene Kurven, welche die Beschleunigung als Funktion der Zeit darstellen. Die Beschleunigungen sind ein Maß für das Wachstum der Geschwindigkeiten und sind für jeden Moment proportional der trigonometrischen Tangente der Winkel, welche die Tangenten an den entsprechenden Punkten der Geschwindigkeitskurve mit der Abscissenaxe bildet. Deshalb haben die Beschleunigungskurven ihre Maxima, respektive Minima entsprechend den Wendepunkten der Geschwindigkeitskurven, und sie durchschneiden die Abscissenaxe, wenn die Geschwindigkeitskurve ein Maximum oder Minimum hat. In diese Weg-Geschwindigkeits- und Beschleunigungskurven der einzelnen Koordinaten des Gesamtschwerpunktes müssen wiederum die Zeitpunkte der einzelnen Bewegungsphasen der unteren Extremitäten eingetragen werden, wenn wir die zeitlichen Verhältnisse der Bewegung des Gesamtschwerpunktes zu jenen der unteren Extremität ermitteln wollen. Deshalb wurde von Fischer an allen Kurven der Zeitpunkt des Aufsetzens und Schwingungsbeginnes der Beine markiert, ferner die Zeitpunkte angemerkt, in denen der auf dem Boden allein aufstehende Fuß die Periode des Aufstehens mit ganzer Sohle anfängt oder beendigt.

Wenn wir die Bewegungen des Gesamtschwerpunktes in der Gangrichtung analysieren, so bedienen wir uns der Projektion auf die mit der mittleren Ganggeschwindigkeit in der Gangrichtung vorwärts bewegte Frontalebene. Die Schwingungen in der Gangrichtung haben die Dauer eines einfachen Schrittes. Kurz vor dem Aufsetzen des schwingenden Beines, während der andere Fuß sich vom Boden abwickelt, ist der Schwerpunkt am weitesten nach rückwärts gelagert, um die bewegte Ebene kurz vor dem Zeitpunkte zu durchdringen, in welchem das bisher auf dem Boden stehende Bein seine Schwingung beginnt. Sein Maximum nach vorn ist erreicht während des Aufstehens des einen Beines mit ganzer Sohle; der Schwerpunkt tritt zu Anfang des letzten Drittels der Periode des Aufstehens mit ganzer Sohle von vorne her durch die bewegte Frontalebene hindurch, um sich seinem rückwärtigen Maximum zu nähern. Die seitlichen Bewegungen des Schwerpunktes sind folgende. Er befindet sich während des Aufstehens auf einem Beine immer auf der Seite dieses Beines und tritt ungefähr mit dem Momente des Auf-

setzens des anderen Beines auf die andere Seite herüber. Die Maxima der seitlichen Schwankungen fallen auf beiden Seiten ziemlich mit dem Ende des ersten Drittels der Periode des Aufstehens mit ganzer Sohle zusammen. Die Dauer der gesamten Horizontalschwingung ist die eines Doppelschrittes. Die Vertikalschwankungen des Gesamtschwerpunktes, welche um eine horizontale Mittelebene ausgeführt werden, haben die Dauer eines einfachen Schrittes, dabei wird die Mittelebene von dem in der Richtung von oben nach unten sich bewegenden Schwerpunkt durchschritten, nachdem der allein aufstehende Fuß seine Abwicklung vom Boden begonnen hat, und er erreicht seinen tiefsten Stand in der Mitte des Zeitraumes des Aufstehens beider Beine. Hierauf nähert sich der Schwerpunkt von unten her der Mittelebene und durchdringt sie neuerlich am Ende des ersten Viertels der Periode des Aufstehens des anderen Fußes mit ganzer Sohle; er erreicht gegen Ende des zweiten Drittels der Periode des Aufstehens seinen höchsten Stand, um sich dann in der beschriebenen Weise von neuem nach abwärts zu bewegen. Bezüglich des speziellen Verhaltens der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, welche sich in der angegebenen Weise aus den Wegkurven leicht ableiten lassen, sei auf das Original verwiesen. Der Belastungsversuch ergab keine wesentlich abweichenden Resultate.

Noch anschaulicher wird der Ablauf des ganzen Bewegungsgesetzes des Gesamtschwerpunktes, wenn man sich nebst den relativen Schwerpunktsbahnen noch die Projektionen des Hodographen (Hamilton) auf die drei Hauptebenen verschafft. Der Hodograph giebt im Verein mit einem festen Punkte des Raumes, von dem aus die aufeinanderfolgenden Geschwindigkeiten des Gesamtschwerpunktes als entsprechend proportionale Strecken aufgetragen werden, ein deutliches Bild vom Verlaufe der relativen Geschwindigkeiten des Gesamtschwerpunktes, ferner eine genaue Orientierung über die Richtung und Größe der Beschleunigung des Schwerpunktes an jeder Stelle seiner Raumkurve. Bezüglich des genaueren Verhaltens der einzelnen Hodographenprojektionen muss auf die Fischer'sche Arbeit verwiesen werden, es genügt hier, zu betonen, dass die Analyse der Hodographenprojektionen die von Fischer bereits gemachten Angaben über das Bewegungsgesetz des Schwerpunktes vollkommen bestätigt.

Wenn wir mit Fischer in einem kurzen Ueberblick den Anteil der äußeren Kräfte an den Bewegungen des Gesamtschwerpunktes in den drei Richtungen des Raumes ermitteln, so zeigt sich, dass die Reibung, so lange sie den Fuß am Ausgleiten verhindert, gleich der Horizontalkomponente derjenigen Kraft ist, mit welcher der Fuß gegen den Boden drückt; der Luftwiderstand ist proportional der Geschwindigkeit der Fortbewegung. Beide äußeren Kräfte haben also Einfluss auf die Fortbewegung des Schwerpunktes in der Gangrichtung,

während seine Bewegungen in der Seitenrichtung fast ausschließlich durch die in diese Richtung fallende Reibungskomponente hervorgebracht werden, weil hier der Luftwiderstand zufolge der geringen herrschenden Geschwindigkeit keine Rolle spielt. Die Bewegungen des Schwerpunktes in vertikaler Richtung stellen die Resultante aus dem Zusammenwirken der Schwere und des normalen Gegendruckes des Fußbodens dar. Gegendruck und Reibungskraft lassen sich aus den Beschleunigungen des Gesamtschwerpunktes in allen drei Richtungen des Raumes annähernd genau berechnen. Beim Gange ohne Belastung ist im Momente, in dem der allein auf dem Boden stehende Fuß gerade beginnt, sich vom Boden abzulösen, der Druck nahezu gleich dem Körpergewicht, er steigt dann schnell zu einer beträchtlichen Höhe an, auf der er sich länger konstant erhält bis in die Periode des Aufstehens des anderen Beines mit ganzer Sohle, wird dann noch größer, um schnell abzufallen, so dass er während der zweiten Hälfte der Periode des Aufstehens des Fußes mit ganzer Sohle ungefähr die Hälfte des Körpergewichtes beträgt. Zu dieser Zeit hat der Schwerpunkt seinen höchsten Stand erreicht. Der Druck steigt aber sofort wieder an, so dass er am Ende der Periode des Aufstehens mit ganzer Sohle schon wieder das Körpergewicht erreicht hat.

Wir haben damit einen Einblick in die Bewegung des menschlichen Körpers als Ganzes gewonnen und die äußeren Kräfte kennen gelernt, welche in den einzelnen Bewegungsphasen auf den Körper einwirken. Dadurch, dass der Gegendruck und Reibungswiderstand des Bodens durch den Bewegungszustand des Körpers bedingt ist, ist er in letzter Linie eine Funktion der Spannungsänderungen unserer Muskeln. Fischer[1]) analysiert nun im allgemeinen die Wirkungen der Muskelthätigkeit. Erst durch die Aenderungen des Bodendruckes ist eine Muskelaktion im stande, die Bewegungen des Gesamtschwerpunktes zu beeinflussen, da sie sonst als ein Paar innerer, gleich großer Kräfte von entgegengesetzter Richtung aufzufassen wäre, welche eine Bewegungsänderung des Schwerpunktes nicht hervorrufen könnte. Die aktiv oder passiv erzeugten Spannungen irgend eines Muskels streben alle zwischen seinen Insertionspunkten liegenden Körperteile durch Kräftepaare zu drehen. Ebenso gruppieren sich auch die äußeren Kräfte, wenn sie einen Körperteil zu drehen bestrebt sind, zu Poinsot'schen Kräftepaaren, mit denen sie auf ihn einwirken. Halten sich alle an einem Körperteile angreifenden Kräftepaare das Gleichgewicht, dann tritt keine Bewegung ein, der Körper befindet sich in Ruhe, wenn er an irgend einer Stelle mit einem festen

1) Fischer: Der Gang des Menschen, III. T. Betrachtungen über die weiteren Ziele der Untersuchung und Ueberblick über die Bewegungen der unteren Extremitäten. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XXVI, Nr. 3. Leipzig 1900.

Hindernis, z. B. dem Boden in Berührung ist. Durch die Kontraktion oder Spannungsänderung eines Muskels kommen gleichsam neue Kräftepaare hinzu, wodurch das früher bestandene Gleichgewicht gestört ist, es muss dann Bewegung erfolgen. Die Art der Bewegung wird, abgesehen von der Größe und Massenverteilung innerhalb eines Körperteiles (Lage des Schwerpunktes, Größe der Trägheitsmomente), besonders beeinflust durch seine Beziehungen zum Gesamtkörper, — also von der Lage eines jeden Körperteiles innerhalb des Gesamtkörpers und der Art der Gelenkverbindungen mit dem übrigen Körper. Eine weitere Modifikation der Bewegung kommt daher, dass durch jede Gelenkbewegung auch noch andere Muskeln, als die direkt in Thätigkeit versetzten, passiv in ihrer elastischen Spannung beeinflusst werden; ferner kommt es neben der Stellungsänderung der einzelnen Körperteile im Raume zu einer Aenderung der von den äußeren Kräften bedingten Kräftepaare. Es wird also die Bewegung nicht auf jene Körperteile beschränkt bleiben, welche direkt zwischen den Insertionspunkten des thätigen Muskels liegen, sie wird sich vielmehr auch auf die übrigen Abschnitte des menschlichen Körpers erstrecken, weil ein Körperteil bei einer Bewegung seiner Gelenkenden auf die benachbarten Gelenkkörper einen Druck ausübt, der gleich einer äußeren Kraft ein bestimmtes Drehungsbestreben besitzt. Somit werden durch die Aktion eines einzigen Muskels auch solche Muskeln eine Spannungsänderung erfahren, welche scheinbar ganz außerhalb seines Wirkungskreises liegen, wie Fischer[1]) bereits an anderer Stelle ausführlich dargethan hat.

Dadurch, dass durch die im Laufe der Bewegung sich fortwährend ändernde Muskelspannung der Bodendruck eindeutig bestimmt ist, darf nicht der umgekehrte Schluss gezogen werden, dass die Kenntnis des Druckes Aufschluss gäbe über die Thätigkeit der verschiedenen Muskeln beim Gehakt, weil wir den gleichen Bodendruck durch Aktion der verschiedensten Muskelkombinationen hervorzubringen im stande sind. Zwischen allen das Bewegungsgesetz des menschlichen Körpers charakterisierenden Größen und den dabei wirkenden inneren und äußeren Kräften bestehen bestimmte Beziehungen, die in der Differentialgleichung der Bewegung zum Ausdruck kommen. Diese Bewegungsgleichungen geben nach Fischer im Prinzipe die Möglichkeit, aus dem Verlaufe der Bewegung auf die Thätigkeit der Muskeln zu schließen. Die Bewegungsgleichungen geben zunächst bloß die Momente der resultierenden Kräftepaare für jeden Körperteil an, aus denen durch weitere

1) Fischer: Beiträge zu einer Muskeldynamik, I. Abh. Ueber die Wirkungsweise eingelenkiger Muskeln. Abh. d. math. phys. Kl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XXII, Nr. 2. Leipzig 1895.

Untersuchungen die Spannungen der verschiedenen einzelnen Muskeln, sowie die Rolle der einzelnen Muskeln beim Gehen abgeleitet werden sollen. Dazu muss genau bekannt sein, mit welchen Drehungsmomenten die äußeren Kräfte und jeder Muskel bei beliebiger Spannung in den verschiedenen, aufeinanderfolgenden Haltungen des Körpers beim Gehen auf die einzelnen Körperabschnitte einwirken. Fischer glaubt, dass man ohne Berücksichtigung der Bewegungsgleichung niemals zu einer vollkommen einwurfsfreien Kenntnis der Muskelthätigkeit beim Gehen kommen wird. Man muss Fischer vollkommen zustimmen, wenn er sagt, dass die lokale Reizung einzelner Muskel oder Muskelgruppen, oder die Reizung bestimmter Stellen der Großhirnrinde, oder die Beobachtung von Bewegungsanomalien uns keine erschöpfende Kenntnis von den Wirkungen eines Muskels auf den Bewegungsapparat des ganzen Körpers vermittelt, weil es sich dabei immer nur um einen engbegrenzten Spezialfall unter ganz bestimmten mechanischen Bedingungen handelt, der nach dem oben Auseinandergesetzten nicht verallgemeinert werden darf. Ganz abgesehen von den Wirkungen, welche die Kontraktion eines Muskels auf ganz entfernt liegende ausübt, ist der Effekt einer jeden Muskelaktion wesentlich abhängig von der jeweiligen Stellung des Körpers, durch welche das mechanische Verhalten der Körperteile den angreifenden Kräften gegenüber bestimmt ist. Die verschiedenen Fälle, welche bei einer vollständigen Untersuchung der Funktion eines einzigen Muskels möglich sind, sind wegen ihrer ungeheueren Zahl empirisch nicht zu bestimmen, und doch müssten sie alle bekannt sein, wollte man die gewonnenen Resultate auf die Gangbewegung übertragen. Auch darin muss ich Fischer vollkommen zustimmen, wenn er hervorhebt, dass die klinische Untersuchung der Bewegungsstörungen nach Lähmungen oder Atrophie einzelner Muskel und ganzer Muskelgruppen nicht im stande ist, ein klares Bild der normalen Muskelthätigkeit zu liefern. Man erhält dadurch nur ein allgemeines Urteil über die Art der Bewegung, welche ein Muskel verursacht, man erfährt aber nichts über die Spannung, die der Muskel haben muss, um die Bewegung in bestimmter Weise zu beeinflussen. Meiner Meinung nach kann man sich aus der Beobachtung der Bewegungsstörungen schon deshalb keinen richtigen Begriff von der normalen Thätigkeit der nicht funktionierenden Muskel machen, weil es sich dabei niemals um die Bewegungen handelt, welche nur ein Muskel bedingt, sondern wir haben es immer mit einer komplizierten koordinierten Bewegung zu thun, deren einzelne bestimmenden Faktoren uns nicht genügend bekannt sind. Es ist gleichsam eine uns der Größe nach unbekannte Komponente, aus einer uns unbekannten Summe ausgefallen, und die noch vorhandene gestörte Funktion ist ein der Größe nach unbekannter Rest der früher vor-

handenen Summe. Da die Lähmung (der Einfachheit halber sei eine „schlaffe" angenommen) eines Muskels in erster Linie eine Spannungsänderung sämtlicher Antagonisten bedingt, so fungieren diese unter ganz anderen Bedingungen als früher; da fragt es sich nun, welcher Teil der Bewegungsstörung ist auf Kosten der veränderten Antagonistenfunktion zu setzen, und welcher Teil ist reine Ausfallserscheinung der fehlenden Kontraktion des gelähmten Muskels an sich. Dazu kommt aber weiter noch, dass neue vikariierende Funktionen sich einstellen, dass neue Koordinationen zur Ausführung der durch die Lähmung erschwerten Bewegung zur Anwendung kommen, wodurch die restierenden Ausfallserscheinungen eine so komplizierte Basis erhalten, dass man daraus unmöglich sagen kann, wie der gelähmte Muskel normaliter wirkt.

Für den Endeffekt einer Muskelaktion ist ferner der Bewegungszustand der einzelnen Körperteile durchaus nicht gleichgiltig; wir können, wie Fischer mit Recht betont, dieselbe Bewegung in einem Gelenke, welche ein Muskel durch seine Kontraktion von der Ruhelage aus hervorrufen würde, auch dadurch erzielen, dass wir auf einen entfernten Körperteil, z. B. durch äußere Kräfte einwirken. Daraus folgt aber, dass man aus der Art der Bewegung nicht ohne weiteres einen Schluss auf die Thätigkeit irgend eines Muskels ziehen kann. Es ist dazu eine genaue Kenntnis des ganzen Bewegungsvorganges, namentlich der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Körperteile und Muskeln, ferner des momentanen Bewegungszustandes und der Haltung des Körpers, sowie der augenblicklichen Wirkung aller äußerer Kräfte nötig, wenn man die Rolle der einzelnen Muskeln oder auch nur der größeren Muskelgruppen an dem Zustandekommen der Gehbewegung aufdecken will. Alles das soll die Bewegungsgleichung nach Fischer's Meinung leisten können. Ich glaube nicht, dass sich durch die Bewegungsgleichung eine vollkommene Erkenntnis nach dieser Richtung hin wird ermitteln lassen, weil dazu die genaue Kenntnis des jeweiligen Spannungszustandes aller Muskel nötig wäre. Dieser wird sich aber meiner Meinung nach niemals hinreichend genau bestimmen lassen, und ohne eine solche Kenntnis scheint das Problem nicht lösbar zu sein.

Wenn wir das Verhalten der Beine während eines Doppelschrittes im allgemeinen betrachten, so unterscheiden wir bekanntlich den Zeitraum des Aufstehens und Schwingens, wobei der letztere genau um so viel kürzer ist, als der erste die Dauer eines einfachen Schrittes übertrifft, so dass es einen kurzen Zeitraum giebt, während welchem beide Beine auf dem Boden aufstehen. Während beider Perioden ändert das Bein fortwährend seine Gestalt, und diese Gestaltveränderungen zeigen in der Projektion auf die Gangebene nachstehenden Verlauf. Zu Beginn der Periode des Schwingens ist das

schwingende Bein mit gebeugtem Knie stark nach rückwärts geneigt; sein Oberschenkel geht durch die vertikale Lage, kurz nachdem sich das andere Bein mit ganzer Sohle auf den Boden aufgestellt hat und behält diese Vorwärtsdrehung bis kurze Zeit vor den Beginn der Abwicklung des aufstehenden Fußes, um sich dann für eine kurze Zeit parallel fortzubewegen und später ein wenig nach rückwärts zu drehen. Vor seinem Aufsetzen auf den Boden erfolgt dann eine neue Drehung nach vorn, so dass er im Momente des Aufsetzens das Maximum der Vorwärtsbewegung zur Vertikalen erreicht hat. Der Unterschenkel dreht sich dagegen so lange nach rückwärts, bis der Oberschenkel die Vertikale passiert, bis dahin nimmt also die Beugung im Knie zu und erreicht hier ihr Maximum. Von da ab wird sie wieder geringer, weil dann der Unterschenkel sich mit größerer Geschwindigkeit nach vorn bewegt als der Oberschenkel, die Folge davon ist eine ziemlich energische Streckung des Beines. Zur Zeit, wo der Oberschenkel nach der kurzen Rückwärtsdrehung sich wieder nach vorn zu drehen beginnt, bewegt sich der Unterschenkel mit größerer Geschwindigkeit nach rückwärts, so dass das Bein mit leicht gebeugtem Knie aufgesetzt wird. Die Projektion der Fußbewegung auf die Gangebene zeigt während der Zeit des Schwingens annähernd dieselben Bewegungen wie die des Unterschenkels, aber es treten dabei auch Bewegungen im Fußgelenke ein, indem der Fuß mit Ausnahme einer ganz geringen Zeit dorsal flektiert ist. Während der Ober- und Unterschenkel in der Periode des Schwingens nur wenig von der parallelen Lage zur Gangebene abweichen, sind die seitlichen Bewegungen des Fußes größer. Sie müssen es schon wegen der Schrägstellung der Fußgelenksaxen sein, außerdem sind nach v. Meyer's Angaben die seitlichen Bewegungen des Oberschenkels während des Schwingens nicht gar so gering, v. Meyer führt sie zum Teile auf die schräge Stellung des Oberschenkels in der Mittellage des Gelenkes zurück. Während der Periode des Aufstehens eines Beines führt sein Oberschenkel zuerst eine Drehung nach rückwärts aus, so lange, bis das andere Bein sich auf den Boden aufsetzt. Während des Aufstehens beider Beine bewegt er sich wieder nach vorn, er bildet mit der Vertikalen den größten Winkel nach rückwärts, während das Bein auf dem Boden aufsteht; sein größter Winkel nach vorn wird im Momente des Aufsetzens auf den Boden erreicht. Der Unterschenkel dreht sich während der ganzen Zeit mit wechselnder Geschwindigkeit nach rückwärts, wodurch Bewegungen im Kniegelenke bedingt werden. Im Anfang nimmt die Beugung, mit der das schwingende Bein aufgesetzt wurde, so lange zu, bis sich der Fuß mit ganzer Sohle aufstellt; von da ab findet Streckung des Beines statt bis zu dem Momente, in dem sich der Fuß vom Boden abzuwickeln beginnt, wo eine neuerliche starke Beugung einsetzt.

Da in der Periode des Aufstehens des Beines dem Fuße eine wesentliche aktive Rolle zur Hervorbringung der Gangbewegung zukommt, ist es nötig, die Fußbewegung während dieser Periode genauer zu untersuchen. Zuerst dreht sich der Fuß um einen nahezu festen Punkt seiner Hacke, dann bleibt er längere Zeit fast in Ruhe, indem er mit ganzer Sohle aufsteht und wickelt sich hierauf vom Boden ab. Während der ersten Periode beschreibt sein Schwerpunkt mit abnehmender Geschwindigkeit einen nach unten und hinten konkaven Kreisbogen; im zweiten Bewegungsabschnitt bleibt er fast an demselben Ort, und während des dritten bewegt er sich mit zunehmender Geschwindigkeit auf einer nach vorn und unten konkaven Cykloidbahn von hinten unten nach vorn oben. Der Mittelpunkt des ersten Fußgelenkes beschreibt eine ähnliche Bahn, entsprechend dem größeren Abstande vom Drehpunkte sind die Bahnabschnitte etwas gestreckter und ausgedehnter als jene des Schwerpunktes. Aehnlich verhält sich auch die Fußspitze in ihrer Bewegung, aber sie dreht sich während des Aufstehens mit ganzer Sohle noch etwas weiter nach unten, ferner ist die Cykloide kürzer und verläuft von hinten oben nach vorn unten. Der Fuß dreht sich also während der ganzen Zeit mit wechselnder Geschwindigkeit von hinten nach vorn, während des Aufstehens mit ganzer Sohle ist sie aber kaum merklich. Da die Drehung des Fußes zu Anfang der Periode des Aufstehens schneller erfolgt als die gleichsinnige Bewegung des Unterschenkels, so tritt zuerst Plantarflexion des Fußes ein, in der Mitte der Periode des gleichzeitigen Aufstehens beider Beine kommt es zur Dorsalflexion, welche nach dem ersten Teil der Periode des Abwickelns von einer kräftigen neuen Plantarflexion abgelöst wird, welche bis zum Ablösen des Fußes vom Boden bestehen bleibt.

Aus den gegenseitigen Bewegungen der einzelnen Extremitätenabschnitte lassen sich die Bahnkurven der einzelnen Gelenksmittelpunkte ableiten. Berücksichtigt man dann noch die früher beschriebenen Drehungen der Hüftlinie, so kann man auch die Bahnkurven der Gelenksmittelpunkte des schwingenden Beines ableiten. Der Kniegelenksmittelpunkt bewegt sich vom Beginne des Aufsetzens des Beines fast bis zur Zeit des Aufstehens mit ganzer Sohle nahezu horizontal vorwärts, nur kurz vor dem Aufstehen mit ganzer Sohle steigt seine Bahn etwas an. Die Horizontalbewegung rührt daher, weil der Kniegelenksmittelpunkt zufolge der Drehung des Unterschenkels während dieser Zeit einen Kreisbogen von unten hinten nach oben vorn beschreiben würde, gleichzeitig aber der Mittelpunkt des Fußgelenkes seinen Kreisbogen von hinten oben nach vorn unten ausführt, so dass als Resultierende die annähernd horizontale Vorwärtsbewegung übrig bleibt. Während des Aufstehens mit ganzer Fußsohle beschreibt dann der Kniegelenksmittelpunkt einen zuerst horizontalen,

dann nach vorn und unten gerichteten Kreisbogen, weil während dieser Zeit die Bewegung des Fußgelenkes wegen ihrer geringen Größe nicht in Betracht kommt, so dass die Bahn wesentlich nur durch die Bewegung des Unterschenkels bestimmt wird. Während der Zeit der Abwicklung des Fußes bewegt sich der Mittelpunkt des Kniegelenkes annähernd horizontal fort, weil die Drehungen von Unterschenkel und Fuß zwei nahezu gleich große entgegengesetzt gerichtete Vertikalkomponenten haben, so dass nur die Vorwärtsbewegung übrig bleibt. Nur in der zweiten Hälfte dieser Periode bewegt sich der Kniegelenksmittelpunkt nach abwärts, weil da die Abwärtsbewegung des Kniegelenkes die Aufwärtsbewegung im Fußgelenke überwiegt. Die Ausdehnung der Bahnkurven des dritten Abschnittes ist gleich der Summe der Gesamtausdehnungen der Bahnkurven der beiden ersten Abschnitte. Der Hüftgelenksmittelpunkt legt die schon früher beschriebene, doppelt gekrümmte Raumkurve zurück; in der Projektion auf die Gang- und Horizontalebene hat die Bewegung die Form einer Wellenlinie, deren nähere Beschreibung gleichfalls früher gegeben wurde, so dass dieser Hinweis genügt.

Da der Oberschenkel des schwingenden Beines im Momente des Aufsetzens am weitesten nach vorn von der Vertikalen sich befindet und der Unterschenkel zu dieser Zeit gleichfalls nur wenig von seiner maximalen Abweichung nach vorn entfernt ist, so muss der Mittelpunkt des Hüftgelenkes zu dieser Zeit seinen tiefsten Stand erreicht haben. Aus dem Verhalten des Kniegelenksmittelpunktes und der geringen Drehung des Oberschenkels während der Zeit, in welcher sich der Fuß um einen Punkt der Hacke dreht, ergiebt sich während dieses Zeitabschnittes für den Hüftgelenksmittelpunkt eine ähnliche Kurve, wie für den Kniegelenksmittelpunkt. Die Bahn steigt bis zum Knotenpunkte an und erhebt sich in der Zeit des Aufstehens bis zum Wellenberg, weil der von hinten nach vorn geneigte Kreisbogen des Hüftgelenksmittelpunktes durch die gleichzeitige Bewegung des Kniegelenkes in die Länge gezogen wird. Während sich der Fuß abwickelt, schreitet die Vorwärtsdrehung des Hüftgelenksmittelpunktes fort. Da sich das Kniegelenk gleichzeitig annähernd horizontal bewegt, so kommt der absteigende Schenkel der Wellenlinie zu stande, dessen Steilheit immer mehr und mehr abnimmt, um im Momente des Aufsetzens des anderen Beines ebenso wie die Kurve des Kniegelenksmittelpunktes horizontal zu verlaufen. In der Zeit der Abwicklung des Fußes erhebt sich der Hüftgelenksmittelpunkt, weil sich jetzt der Oberschenkel in der entgegengesetzten Richtung dreht; da sich gleichzeitig das Kniegelenk nur wenig senkt, so kommt das auf den tiefsten Punkt folgende, ansteigende Stück der Wellenlinie zu stande. In den beschriebenen Bewegungen finden wir eine Kombination der einzelnen Formen des Meyer'schen Vertikalbogens wieder.

In der Periode des Schwingens zeigt das Bein folgendes Verhalten. Zu Anfang bewegt sich der Oberschenkel von hinten nach vorn gegen die Vertikale zu, weshalb sich der Kniegelenksmittelpunkt senken muss, denn die gleichzeitige Erhebung des Hüftgelenksmittelpunktes ist nur sehr gering. Der Kniegelenksmittelpunkt bewegt sich also in der ersten Zeit des Schwingens, in der schon während der Zeit des Abwickelns bestandenen Richtung nach abwärts fort. Da nun bald darauf der Oberschenkel die Vertikalstellung passiert, um noch weiter nach vorn zu schwingen, und auch der Hüftgelenksmittelpunkt in Bewegung nach aufwärts begriffen ist, erreicht der Kniegelenksmittelpunkt rasch seine tiefste Stellung und schwingt dann nach aufwärts, trotzdem später der Hüftgelenksmittelpunkt sich wieder senkt, weil die Senkung zunächst von der Aufwärtsbewegung des Oberschenkels überkompensiert wird. Schließlich gleichen sich die beiden Momente aus, der Kniegelenksmittelpunkt erreicht seinen höchsten Stand und bewegt sich dann ebenso nach abwärts wie der Hüftgelenksmittelpunkt, weil der Oberschenkel zu dieser Zeit nur eine geringfügige Drehung ausführt. Die Kniegelenksbahn ist also eine in der Gangrichtung verzerrte Wellenlinie. Die Bahn des Mittelpunktes des ersten Fußgelenkes verhält sich während des Schwingens umgekehrt wie die des zugehörigen Hüftgelenksmittelpunktes; wo diese ein Maximum hat, besitzt die andere ein Minimum und umgekehrt, es erklärt sich dies aus den Drehungen des Ober- und Unterschenkels.

Wenn wir die von Fischer gewonnenen Resultate über die wechselnde Haltung der unteren Extremitäten in den einzelnen Bewegungsphasen mit den diesbezüglichen Angaben der Brüder Weber vergleichen, so ergeben sich so bedeutende Differenzen, dass Fischer zu dem Resultate gelangt, die drei Grundprinzipien der von den Brüdern Weber aufgestellten Theorie des Gehens bestehen nicht zu recht. Infolgedessen ist auch die Weber'sche Theorie durch eine neue zu ersetzen, welche sich mit den Ergebnissen der Momentphotographie nicht im Widerspruche befindet. Carlet, Marey und andere Autoren hatten durch vollkommenere Untersuchungen gefunden, dass das schwingende Bein sich mit der Hacke zuerst aufsetzt, während die Brüder Weber ein Aufsetzen mit ganzer Sohle annahmen. v. Meyer wies diese Differenz der Angaben in das Bereich der Verschiedenheiten des individuellen Ganges, indem er die Möglichkeit beider Arten von Beobachtungen erklärt und anerkennt. Jedenfalls geht aber aus den neueren Untersuchungen einschließlich der Fischer'schen hervor, dass die Momentphotographie nur das Aufsetzen mit der Hacke verzeichnet hat, es ist dies zum mindesten die häufigere Art, wie das schwingende Bein auf den Boden aufgesetzt

wird. Andererseits kann nicht geleugnet werden, dass beim Gehen mit nach vorn übergeneigter Haltung, beim sogenannt flüchtigen Gange, ein Aufsetzen des Fußes mit ganzer Sohle oder sogar mit den vorderen Fußabschnitten erfolgt. Aus diesen Beobachtungsdifferenzen geht aber unzweifelhaft hervor, dass die Weber'sche Theorie des Gehens keine allgemeine Gültigkeit besitzen kann.

Die Brüder Weber hatten eine ganz andere (nach Fischer unrichtige) Vorstellung von der Bewegung des Unterschenkels als Fischer. Nach ihren Angaben setzt sich das Bein mit nach rückwärts gebeugten Unterschenkel auf, während in Fischer's Momentaufnahmen das schwingende Bein mit nach vorn gestreckten Unterschenkel aufgesetzt wird. Die Brüder Weber erachteten es für unbedingt notwendig, dass in dem Momente, in welchem ein Bein seine Schwingung beginnt, das andere vertikal stehe. Es sollte eine Lotlinie vom Hüftgelenksmittelpunkt denjenigen Punkt der Fußsohle treffen, mit dem sie sich in diesem Momente gegen den Fußboden stemmt. Es ist dies das Weber'sche „Prinzip der anfänglichen Stellung". Dieses trifft nach Fischer's Aufnahmen nicht einmal annähernd zu. Das auf dem Boden sich aufsetzende Bein ist zu dieser Zeit weit nach vorn gestreckt und die Lotlinie vom Hüftgelenksmittelpunkte fällt weit hinter den eben aufgesetzten Fuß. Das Prinzip der anfänglichen Stellung führte die Brüder Weber auch zu ihrer falschen Auffassung bezüglich der Stellung des Unterschenkels und Fußes im Momente des Aufsetzens auf den Boden. Ebenso hat auch das zweite Weber'sche „Prinzip des Maßes der Anstrengung" einer strengen Prüfung nicht standhalten können. Die Brüder Weber glaubten, dass die Schenkelköpfe fast geradlinig fortbewegt würden und nur kurz vor der Vertikalstellung des aufgesetzten Beines etwas fallen könnten, was sofort wieder ausgeglichen werden sollte. Sie glaubten ferner, die Streckkraft des Beines sei stets der Schwere des Körpers nahezu gleich, so dass der Körper während des Gehens weder beträchtlich fallen noch steigen könnte. Die Fischer'schen Untersuchungen zeigen aber, dass von einer horizontalen Fortbewegung der Schenkelköpfe nicht die Rede sein kann und aus dem Verhalten der Gesamtschwerpunktsbahn des menschlichen Körpers folgte, dass der normale Bodendruck (gleichbedeutend mit der Weber'schen Streckkraft) sich um die Hälfte des Körpergewichtes vermindern, respektive vergrößern kann. Damit ist auch das zweite Weber'sche Prinzip unhaltbar geworden, aber auch das dritte „Prinzip der Richtung der Streckung" besteht in Wirklichkeit nicht. Danach sollte die Richtung der Streckkraft immer durch den Mittelpunkt (Gesamtschwerpunkt) des Körpers und den Fußpunkt des stemmenden Beines gehen, das heißt aber, die Rich-

tung des Bodendruckes geht in ihrer Verlängerung immer durch den Gesamtschwerpunkt; das ist aber nicht der Fall. Ferner trifft es nach den Fischer'schen Untersuchungen nicht ganz zu, dass das Knie des aufstehenden Beines dann das Maximum der Beugung hat, wenn der Mittelpunkt des Schenkelkopfes senkrecht über der Ferse steht. In Fischer's Photographien besteht die stärkste Beugung während des Aufstehens des Fußes mit ganzer Sohle, da fällt aber eine Lotlinie vom Mittelpunkte des Schenkelkopfes noch hinter den aufstehenden Fuß. Von da ab beginnt aber schon die Streckung des Beines. Ferner glaubten die Brüder Weber, dass die später eintretende Streckung im Kniegelenke des aufstehenden Beines bis ans Ende der Periode des Aufstehens anhalte, während nach Fischer das Bein in stärkster Beugestellung des Kniegelenkes den Boden verlässt. Das schwingende Bein soll nach den Angaben der Brüder Weber erst gegen Ende der Schwingung willkürlich gestreckt werden. Dem widerspricht Fischer's Beobachtung, dass das schwingende Bein nur im Anfange der Periode für kürzere Zeit gebeugt ist und während des größten Teiles der Schwingungsdauer gestreckt ist. Erst gegen Ende dieser Periode wird es leicht gebeugt.

Um die Drehungsmomente der Schwere und der Muskeln während des Ablaufes der einzelnen Bewegungsphasen für alle Abschnitte der Beine kennen zu lernen, um daraus die spezielle Muskelthätigkeit zu erschließen, ist es nötig, für jeden Augenblick eine ganz genaue Kenntnis von der jeweiligen Lage der einzelnen Abschnitte der Beine zu haben, aus der dann die Winkelgeschwindigkeiten und Winkelbeschleunigungen der Drehungen abgeleitet werden müssen. Die aufeinanderfolgenden Stellungen der einzelnen Körperabschnitte sind durch die räumlichen Koordinaten genügend bekannt, man könnte mit ihrer Hilfe auch die Drehungen ermitteln. Da man aber für jede Lage eines Extremitätenabschnittes im Raume mit den sechs Koordinaten der beiden den Abschnitt begrenzenden Gelenksmittelpunkte manipulieren müsste, so wäre diese Art der Bestimmung eine sehr zeitraubende und komplizierte. Fischer verwendet deshalb die Winkelgrößen, welche die Projektionen der Längsaxen der einzelnen Extremitätenabschnitte auf die Ebenen des rechtwinkligen räumlichen Koordinatensystemes mit entsprechend gewählten Vertikalen bilden. Denn die Lage eines jeden Beines ist durch die Lage der Längsaxen seiner Abschnitte genau bestimmt. Es genügen zwei Winkelgrößen für jede Längsaxe, um ihre Stellung im Raume ausreichend festzustellen. Die für diese Winkel in den einzelnen Ebenen des räumlichen Koordinatensystemes gemessenen Koordinaten nennt Fischer Winkelkoordinaten. Um auch die Winkelgrößen für diejenigen Zeitmomente kennen zu lernen, welche nicht durch die

Momentphotographie direkt festgelegt worden sind, hat Fischer Kurven konstruiert, deren Abscissen die der Zeit proportionalen Strecken der 31 Bewegungsphasen enthalten, während die Ordinaten die für jede Phase gemessenen Winkelkoordinaten darstellen. Diese Diagramme, welche ein sehr leicht zu überblickendes Bild vom Verhalten der unteren Extremitäten geben, bestätigen vollkommen die schon dargelegten Beobachtungen über die wechselnde Haltung der Beine während eines Doppelschrittes. Ferner wurden auch die Koordinaten der Gelenkwinkel zweier benachbarter Extremitätenabschnitte abgeleitet und in Kurvenform dargestellt, welche das bereits über die Beugung und Streckung der einzelnen Gelenke Gesagte direkt abzulesen gestatten.

Damit habe ich einen Ueberblick über die bisher erschienenen Braune-Fischer'schen Untersuchungen über den Gang des Menschen gegeben. Wir konnten die Elemente des Ganges nach Hermann v. Meyer auch in den Versuchs-Resultaten von Braune und Fischer zum großen Teile wiedererkennen, so dass wir die Meyer'sche Analyse des Ganges noch immer als zu recht bestehend anerkennen müssen, während sich die drei Grundprinzipien der Weber'schen Theorie des Gehens mit den Ergebnissen der Braune-Fischer'schen Untersuchungen nicht mehr im Einklange befinden. Die Fischer'schen Untersuchungen streben dem Ziele zu, die Rolle der einzelnen Muskeln für Zustandekommen der gesamten Gehbewegung aufzudecken. Ob dieses schwierige Problem wirklich lösbar sein wird, darüber werden uns die weiteren Untersuchungen Fischer's Aufklärung geben müssen. Aber selbst für den Fall, dass eine vollkommene Sicherstellung des Bewegungsanteiles jedes einzelnen Muskels nicht möglich wäre, so hat sich diese Fragestellung dennoch als äußerst fruchtbar erwiesen, weil zu ihrer Lösung eine genaue Kenntnis des ganzen Bewegungsvorganges vorausgesetzt werden muss, eine Forderung, welche die vorliegenden Arbeiten von Braune und Fischer schon zum großen Teile erfüllt haben. Es ist ein großes Verdienst der beiden Autoren, vor allem die räumliche Bewegung des menschlichen Körpers beim Gehen mit exakten Methoden untersucht zu haben. Ob den von Braune und Fischer bisher entwickelten Bewegungsgesetzen allgemeine Bedeutung zuerkannt werden muss oder soll, ist eine andere Frage, die zugleich auch darüber eine Entscheidung herbeiführen würde, ob es einen typischen Gang giebt oder nicht. Selbst wenn die Lösung aller von Braune und Fischer gestellten Fragen gelänge, so dürften wir meiner Meinung nach das so gefundene vollkommene Bewegungsgesetz erst dann verallgemeinern, wenn eine größere Anzahl von Nachuntersuchungen die Resultate von Braune und Fischer bestätigen würden; denn vorläufig handelt es sich, streng genommen,

doch nur um die Analyse dreier Doppelschritte eines und desselben Individuums zu fast derselben Zeit. [97]

Physiologisches Institut Erlangen, Juli 1901.

J. Henle's Grundriss der Anatomie des Menschen.

Neu bearbeitet von Fr. Merkel. 4. Aufl. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1901 8°. Atlas 498, Text 802 S.

Der Henle'sche Grundriss erscheint in der zweiten von Fr. Merkel besorgten Auflage in wesentlich veränderter Gestalt, die sich schon äußerlich dadurch ausdrückt, dass der Textband auf das doppelte des Umfanges angewachsen ist. M. sagt in dem Vorwort, dass er bei der vollständigen Umarbeitung des Buches, um es mit den neuesten Ergebnissen der Forschung im Einklang zu erhalten, sich bemühte, „es ebensowenig zu einem Repetitionskompendium herabsinken zu lassen, noch ein ausführliches Handbuch daraus zu machen“: es verdient nun wohl den Namen „Lehrbuch“, aber es ist nur natürlich, dass der alte Name, unter dem es so gut bekannt ist, beibehalten wurde. Diesem neuen Charakter als Lehrbuch entsprechend hat der Herausgeber auch den einzelnen Abschnitten allgemeine Kapitel vorausgeschickt; sie reihen sich mit klarer Darstellung großer Gesichtspunkte würdig in die älteren Teile ein, welche in ihrer prägnanten Kürze erhalten sind. Das Buch, sagte Henle in seiner Vorrede, sollte vor allem ein Hilfsmittel sein, um am Präparate das Beschriebene aufzusuchen und es der Vorstellung einzuprägen; man kann wohl hinzufügen, auch ein Hilfsmittel, das früher gesehene dem Gedächtnis dauernder und klarer einzuprägen. Darüber hinaus strebt auch jetzt die Darstellung in den speziellen Teilen nicht. Gewiss mit Recht, denn mit noch so viel und schönen Worten kann Anatomie doch nicht gelehrt werden. Eine notwendige und willkommene Ergänzung der neuen Ausgabe bilden noch kurze Angaben über Altersveränderungen und häufiger zu beobachtende Variationen.

Als Anhang ist eine Anleitung zum Präparieren, ein Verzeichnis aller von der anatomischen Gesellschaft anerkannter Namen mit den Synonymen, die im Text ganz ausgemerzt sind, und endlich ein Register angefügt, das der dritten Auflage fehlte.

Der Atlas ist an Umfang verhältnismäßig wenig gewachsen, aber eine große Zahl von Tafeln ist durch bessere ersetzt worden; auch die Fortschritte der Reproduktionstechnik sind ausgenützt und ein besseres Papier verwendet worden. **W.** [90]

Ueber die Mikroflora der Schilfstengel im Gr. Plöner See.

Von **Dr. Otto Zacharias** (Plön).

An den Stengeln des gewöhnlichen Schilfrohres (*Phragmites*) kommt zu allen Jahreszeiten, aber namentlich in den Sommermonaten, eine ziem-

lich üppige Algenvegetation vor, die sich aus ganz bestimmten Gattungen rekrutiert und gewöhnlich aus folgenden Arten besteht:

Coleochaete scutata Bréb.
Chaetopeltis minor Möb.
Chaetophora elegans Ag.
Bulbochaete setifera Ag.
Hapalosiphon pumilus Kirch.
Gloiotrichia pisum Ag.
Gloiotrichia natans Thür.
Rivularia radians Thür.

Hierzu gesellt sich noch (gegen den Herbst hin) die interessante Braunalge *Pleurocladia lacustris* A. Br., deren 1—2 mm große scheibenförmige Bestände oft zu Hunderten auf der Oberfläche eines einzigen Stengels zu finden sind.

Gelegentlich zeigt sich auch *Enteromorpha intestinalis* (L.), und zwar die mit Seitensprossen versehene Form dieser schlauchförmigen Alge (f. *prolifera* Ag.). Dieselbe kommt im Plöner See nicht selten in einer Länge von 30—40 cm vor.

Vereinzelt sind zwischen den bereits namhaft gemachten Algenspecies fast stets auch Fäden von *Oedogonium*, *Mougeotia*, *Zygnema* und *Spirogyra* anzutreffen.

Dazu kommen aber auch noch zahlreiche Bacillariaceen, welche die größeren Algen zum Anheftungspunkte benutzen, aber unter Umständen dieselben vollständig überwuchern und zum Absterben bringen. Als besonders massenhaft vorhanden konstatiere ich folgende Arten:

Cymbella lanceolata Ehrb.
Cocconëis placentula Ehrb.
Cocconëis pediculus Ehrb.
Encyonema ventricosum Kütz.
Epithemia turgida Kütz.
Epithemia gibba Kütz., var. *ventricosum* Grun.
Diatoma vulgare Bory.
Gomphonema dichotomum Kütz.
Fragilaria capucina Desm. (in langen Bändern).
Synedra capitata Ehrb.
Synedra longissima W. Sm.

Diese Diatomeenfülle ist es nun, welche für viele Wassertiere zeitweise die ausschließliche Nahrung bildet. Wir finden an solchen reich mit Algen besetzten Schilfstengeln deshalb gewöhnlich zahlreiche Würmer (*Nais elinguis*, *Nais proboscidea*, *Chaetogaster diaphanus*, Rotatorien etc.) und nicht selten auch eine Menge Wurzelfüßer, wie z. B. *Pamphagus hyalinus* (Ehrb.) und *Cochliopodium bilimbosum* (Auerbach). Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch die fresslustige Fischbrut diese Vegetationen abweidet, da besonders hierauf gerichtete Mageninhalts-Untersuchungen ergeben haben, dass viele junge Fische in erheblichem Maße Diatomeen als Nahrung aufnehmen und dabei gedeihen. [106]

Verlag von Arthur Georgi in Berlin SW, Hedemannstraße 10. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band. **15. Dezember 1901.** **Nr. 24.**

Inhalt: **Wiesner**, Die Stellung der Blüten zum Lichte. — **Mühlmann**, Das Wachstum und das Alter. — **Green**, Die Enzyme. — **Rauber**, Der Ueberschuss an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung.

Die Stellung der Blüten zum Lichte.

Von J. Wiesner.

Das Wenden der Blüten vieler Pflanzen zum Lichte ist eine auffällige und deshalb lange bekannte Erscheinung. Der Klythia-Mythos und ähnliche Sagen deuten darauf hin, dass die Kenntnis dieser Erscheinung uralt ist.

Man hält das Auftreten von Blüten an der Licht- oder Schauseite der Inflorescenzen für ein heliotropisches Phänomen. In vielen Fällen ist dies auch richtig. Allein es kommt auch vor, dass die Blüten an den Lichtseiten der Inflorescenzen sich stärker ausbilden oder überhaupt nur hier zur Entwicklung gelangen, oder dass das Aufsuchen von starkem (diffusen) Zenithlicht seitens der Blüten nicht durch das Licht bewirkt wird. Außer den eben angedeuteten giebt es noch andere Erscheinungen der Lichtstellung von Blüten oder Blütenständen, welche nicht auf Heliotropismus beruhen.

Soweit sich das Wenden der Blüten zum Lichte auf Heliotropismus zurückführen lässt, habe ich diesen Gegenstand bereits zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht (Heliotropismus, zweiter Teil 1880). In den letzten zehn Jahren, in welchen mich Studien über den Lichtgenuss[1]) der Pflanzen beschäftigen, nahm ich den Gegenstand wieder auf und es gelang mir, demselben manchen neuen Gesichtspunkt abzugewinnen. Nunmehr bin ich zu dem Resultate gelangt, dass das Zustandekommen der Lichtstellung der Blüten eine große Mannigfaltigkeit darbietet, indem nicht nur zahlreiche Ursachen die Annahme bestimmter zweckmäßiger Lagen der Blüten zum Lichte be-

1) Biol. Centralbl. 1899, p. 1.

dingen, sondern auch sehr verschiedenartige Anpassungs- und Korrelationserscheinungen uns entgegentreten, wenn man die Pflanze in der genannten Beziehung aufmerksam betrachtet.

Ich will im nachfolgenden versuchen, eine Uebersicht über die wichtigeren meiner einschlägigen Beobachtungen zu geben, so weit dieselben in biologischer Beziehung von Interesse erscheinen, und werde später den ganzen Gegenstand mit eingehender physiologischer Begründung an anderer Stelle abhandeln.

1. Uebersicht über das Zustandekommen der Lichtstellung der Blüten. Aehnlich wie ich zwischen photometrischen und aphotometrischen Laubblättern unterschied[1]), lässt sich zum Zwecke der Uebersicht über das verschiedene Verhalten der Blüten zum Lichteinfalle zwischen photometrischen und aphotometrischen Blüten bezw. Inflorescenzen unterscheiden. Unter photometrischen Blüten und Blütenständen sind diejenigen zu verstehen, welche ihre Lage zum Lichte und zwar durch vom Lichte eingeleitete Bewegungen regulieren. Unter aphotometrischen Blüten bezw. Blütenständen verstehe ich hingegen diejenigen, auf welche das Licht keinen richtenden Einfluss ausübt. Diese Blüten nehmen entweder bestimmte Stellungen zum Lichte an oder nicht. Im ersteren Falle erfolgt ihre Richtung zum Lichte nicht durch dieses, sondern durch andere richtende Kräfte, vor allem durch die Schwerkraft.

Das Licht kann aber noch in anderer Weise als Richtung gebend (heliotropisch) auf die Stellung der Blüten zum Lichte einwirken, nämlich dadurch, dass es einseitig die Blütenentwicklung befördert. Wenn die Inflorescenzen bestimmter Pflanzen, z. B. *Rhinanthus alpinus (angustifolius)* einseitig beleuchtet sind, so entwickeln sich normale Blüten bloß an der Schauseite. An der entgegengesetzten Seite fehlen die Blüten entweder vollständig oder sind mehr oder weniger verkümmert. Man hat es hier mit einem speziellen Falle jener Erscheinung zu thun, welche ich als Phototrophie[2]) bezeichnet habe. Hierunter verstehe ich die an ungleichmäßig beleuchteten Pflanzen sich einstellende ausschließliche oder stärkere Entwicklung von Geweben oder Organen an der stärker beleuchteten Seite. Die Phototrophie der Inflorescenzen ist eine sehr häufige Erscheinung. Sie kommt auf eine vollständig andere Weise zu stande als das heliotropisch sich vollziehende Wenden der Blüten zum Lichte und muss von diesem physiologisch streng unterschieden werden, wenn sie auch demselben Zwecke wie dieses dient, nämlich die Blüte ins beste Licht zu stellen, damit diese von den sie befruchtenden Insekten rasch aufgefunden werden können. Ich unterscheide also zwischen photometrischen und

1) Biol. Centralbl. 1899, p. 1.

2) Wiesner, Ueber Trophien, Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. 1895.

phototrophischen Inflorescenzen. Der Einfachheit der Uebersicht halber unterordne ich die letzteren den aphotometrischen. Man könnte sich aber auch ein anderes Einteilungsschema zurechtlegen. Doch dies ist Nebensache; es handelt sich mir in erster Linie um die Unterscheidung der Arten des Zustandekommens der Lichtstellung der Blüten und Inflorescenzen. Wie man diese Typen gruppiert, ist doch eine mehr sekundäre Sache.

Ich will nun diese hier kurz skizzierten Typen durch einige Beispiele anschaulich zu machen versuchen.

Als Beispiel aphotometrischer Blüten wähle ich zunächst die von *Sedum acre*, welche spontan dem Lichte sich darbieten.

Die Blüten von *Clematis Vitalba* haben das Bestreben, dem Zenith sich zuzukehren, und so das starke Oberlicht zu genießen. Die hierzu erforderliche Aufrichtung der Blütenstiele wird durch negativen Geotropismus bewirkt. Nur wenn die Inflorescenzen im tiefen Schatten des Laubes sich ausbilden und ein helleres Vorderlicht auf sie einwirkt, werden die Blütenstiele schwach positiv heliotropisch, und wenden sich diesem Vorderlichte zu. Dies setzt aber doch schon ein schwaches Etiolement der Blütenstiele voraus.

Die dichteren ährenartigen Inflorescenzen von *Verbascum nigrum*, *Thapsus* etc. und anderer auf freiem Standort auftretender Pflanzen werden durch starken negativen Geotropismus in ihrer Lichtstellung erhalten. Werden solche Blütenstände horizontal gelegt, so richten sie sich auf und gewinnen dadurch wieder ihre größte Auffälligkeit.

Solange derartige Inflorescenzen noch Blütenknospen tragen, werden sie sehr leicht und rasch geotropisch aufgerichtet. Sind die Blüten, welche an derartigen Inflorescenzen stehen, schon befruchtet, so unterbleibt die Aufrichtung der Inflorescenzaxe. Wenn an dichten ährenförmigen Inflorescenzen ein Teil der Blüten noch unbefruchtet ist, so hebt sich nur jener Teil der Inflorescenzaxe, welcher die unbefruchteten Blüten trägt. Ich habe dies zuerst an *Digitalis*-Arten[1]) beobachtet. Indem ich mit zahlreichen anderen Pflanzen derartige Versuche vornahm, gelangte ich zu dem in biologischer Beziehung gleichfalls interessanten Resultate, dass die Aufrichtung aphotometrischer Blütenstände nur dann erfolgt, wenn dieselben reichlich Blüten tragen und dicht gestellte Blüten enthalten, so dass solche Blütenstände sich augenfällig gestalten. Sind die Inflorescenzen locker und unauffällig, so unterbleibt die geotropische Aufrichtung der Blütenstandsaxe. Legt man z. B. den blühenden Stengel von *Prenanthes muralis*

1) Die Blüten von *Digitalis* sind photometrisch, aber im geotropischen Verhalten stimmt die Inflorescenz mit vielen aphotometrischen Blütenständen überein (s. weiter unten).

horizontal, so richtet sich derselbe selbst dann nicht auf, wenn sämtliche Blüten noch unbefruchtet sind, wohl aber erhebt sich jedes einzelne Blütenköpfchen. Jedes einzelne Blütenköpfchen erreicht dadurch die größte Auffälligkeit. Die Erhebung der Gesamtinflorescenz unterbleibt, da eine solche Stellung des ganzen Blütenstandes der Pflanze keinen Vorteil bietet.

Dichte ährenartige Blütenstände von auf sehr sonnigen Standorten vorkommenden Blüten sind nicht phototroph. Selbst bei einseitiger Beleuchtung bilden sich die Blüten ringsum in gleich guter Weise aus. Auch manche auf weniger hohe Lichtintensitäten gestimmte Pflanzen zeigen dasselbe Verhalten, z. B. *Lamium album*, welches auf sonnigem und schattigem Standorte bei einseitiger Beleuchtung die Scheinquirle der Blüten allseits vollkommen gleichartig ausbildet. Die Inflorescenzen von *Rhinanthus alpinus* verhalten sich anders. In der Regel wird man alle Inflorescenzen eines Individuums dieser Pflanzen einseitig ausgebildet finden, sowohl die terminale als die seitlichen. Die Blüten stehen in den Inflorescenzen gewöhnlich drei-, zweireihig oder gar nur in einer Reihe. Die Blüten werden aber vierseitig angelegt und die photometrische Prüfung lehrt, was häufig schon durch den bloßen Augenschein klar wird, dass die Blüten an den Seiten der stärkeren oder der stärksten Beleuchtung zur Ausbildung kommen, an den Schattenseiten mehr oder minder vollständig verkümmern. Die Inflorescenzen von *Rhinanthus alpinus* bieten die Erscheinung der Phototrophie dar. Dass die Blüten dieser Pflanze an den Lichtseiten der Inflorescenzaxen erscheinen, ist keine heliotropische Erscheinung, sondern kommt durch Phototrophie zu stande. Ich komme weiter unten auf diese Erscheinung noch zurück und möchte bezüglich der letztgenannten Pflanze nur noch bemerken, dass bei allseitiger gleichmäßiger Beleuchtung eines Individuums derselben die terminale Inflorescenz sich regulär ausbildet, also entsprechend der Anlage, die Blüten vierreihig angeordnet sind. Da die seitlichen Blütensprosse nicht genügend geotropisch sind, um sich völlig aufzurichten, sind sie immer einseitig beleuchtet und unterliegen deshalb stets der Phototrophie.

Was die photometrischen Blüten anlangt, so ist es wohl nicht notwendig, Beispiele anzuführen, wenigstens nicht rücksichtlich des gewöhnlichen Falles, welcher auf positivem Heliotropismus beruht. Ich will nur daran erinnern, dass die photometrische Bewegung der Blüten bezw. Blütenstände in der Regel durch positiven Heliotropismus des Blütenstieles bezw. der Blütenstandsaxe vermittelt wird. Seltener sind es Teile der eigentlichen Blüte, z. B. bei *Colchicum autumnale* das Perigon, durch dessen positiven Heliotropismus die Blüte sich dem Lichte zukehrt. Ueber andere hierher gehörige Beispiele s. Heliotropismus, zweiter Teil.

Seltener als positiver Heliotropismus bewirken negativer Heliotropismus oder heliotropische Torsionen die photometrischen Blütenbewegungen. Diese Fälle werden unten besonders darzulegen sein.

2. Anpassung der Blütenstellung an die Lichtstärke. Auf freiem Standorte, wo der Lichtgenuss der Pflanzen (L) sich bis zum Maximum steigern kann (L = 1), sind die Blüten gewöhnlich nicht heliotropisch, sie sind hier also in der Regel aphotometrisch. Wie das aphotometrische Laubblatt bei reichstem Lichteinfall zur Geltung kommt, so auch, wenigstens in der Regel, auch die aphotometrische Blüte. Bei reichem Lichtzufluss braucht weder das Blatt noch die Blüte mit dem Lichte hauszuhalten. Lichtökonomie ist nur für solche Blätter und Blüten erforderlich, welche auf geringe Lichtmengen angewiesen sind. Der positive Heliotropismus ist der Behelf, durch welchen bei geringer Lichtmenge die Blüte dem Lichte sich zuwendet und den höchsten Grad ihrer „Schaubarkeit" erreicht, was für ihre Beziehung zur Insektenwelt von Bedeutung ist.

So wie es Laubblätter giebt, welche den denkbar höchsten Grad der Photometrie erreichen — ich habe sie euphotometrische genannt —, so giebt es auch Blüten dieser Art. Das euphotometrische Blatt stellt sich senkrecht auf das stärkste diffuse Licht des ihm zufallenden Lichtareals, die euphotometrische Blüte stellt ihren Blütenstiel in die Richtung des stärksten ihm zufallenden Lichtes und infolgedessen, wenigstens in der Regel, die Blütenöffnung senkrecht auf dieses Licht.

Es giebt sehr viele Pflanzen mit photometrischen Blüten. Als Beispiel führe ich die *Digitalis*-Arten an. In Blumenbeeten sind die Inflorescenzen von *Digitalis purpurea* einseitswendig und die einzelnen Exemplare der Pflanze stellen ihre Blüten nach den verschiedensten Richtungen. Die photometrische Bestimmung lehrt, dass jede einzelne Blüte sich genau nach jener Richtung wendet, von welcher sie das stärkste diffuse Licht empfängt. Lässt man junge Exemplare dieser Pflanze bei einseitigem Lichteinfall auf einem Stundenlaufwerk rotieren, so stellen sich die Blüten nach allen Richtungen, die Einseitswendigkeit des Blütenstandes ist aufgehoben. Lässt man die Pflanze sich unter einem dunkeln Recipienten, welcher einen Lichtspalt besitzt, ruhend entwickeln, so stellen sich die Blüten nach dem Lichteinfall.

Als euphotometrisch kann man aber die *Digitalis*-Blüten nicht bezeichnen. Die Kronen, welche ja den Hauptkörper der Blüten bilden und ihre „Schaubarkeit" bedingen, stehen nicht in der Richtung des stärksten auffallenden Lichtes, sondern in einem Vertikalschnitt der stärksten Himmelsbeleuchtung: im Bereiche dieses Vertikalschnittes haben sie aber eine verschiedene Neigung gegen den Horizont. Dieses

Neigen der Blüten in einem Vertikalschnitt der stärksten Himmelsbeleuchtung ist eine ungemein häufige Erscheinung, welche gewöhnlich durch das Gewicht der Blütenknospe bedingt wird. Um sich diese eigentümliche Lichtstellung der Blüten klar vorstellen zu können, erinnere man sich der anfangs stets nickenden Mohnblüte. Wie ich schon früher (Heliotropismus, zweiter Teil) zeigte, hängt die Krone nach dem Lichte über, was dadurch geschieht, dass der tiefer stehende Stengelteil der Blütenaxe positiv heliotropisch geworden ist. Derselbe wendet sich nach der Richtung des stärksten Lichtes. Infolge ihres Gewichtes hängt die Knospe über, und zwar nach dem Lichte. Die Richtungsebene vom heliotropischen Stengel und nickender Knospe entspricht dem oben genannten Vertikalschnitt der stärksten Himmelsbeleuchtung. In dieser Ebene hat sich die Knospe gesenkt, in dieser Ebene erhebt sie sich und kann dabei einen Bogen von 180° durchschreiten.

Euphotometrische Blüten sind nicht häufig. Der euphotometrische Charakter der Blüte kann sich begreiflicherweise nur einstellen, solange die Blüte noch im Knospenzustande sich befindet, da die geöffnete Blüte den Lichtzutritt zu dem heliotropischen Träger der Blüte hemmt. Euphotometrisch habe ich beispielsweise die Blütenknospe der Gartenwinde (*Ipomoea purpurea*) und der Gartenpetunie gefunden. Aber zur genauen euphotometrischen Ausbildung ist doch auch noch mäßiger Lichtzutritt erforderlich. Im vollen Lichte tritt sie nicht ein. Zweckmäßig erscheint der euphotometrische Charakter der Blüte nur bei solchen Gewächsen, welche auf kleine Lichtareale angewiesen sind.

Häufiger als nach der Richtung des stärksten diffusen Lichtes folgt die Blüte hellen Flächen, z. B. dem ganzen Oberlichte oder dem ganzen Vorderlicht oder einem größeren Stücke des Himmels, ohne in den beiden letzteren Fällen gerade die Richtung des stärksten Lichtes genau einzuhalten.

Die Pflanzen mit photometrischen Blüten lassen sehr verschiedene Grade der Fähigkeit, sich dem Lichte zuzuwenden, erkennen, worüber weiter unten Beispiele folgen.

Im allgemeinen kann man sagen, dass die aphotometrische Blüte den stärksten, die euphotometrische Blüte den geringsten Lichtstärken angepasst ist.

Es lässt sich im allgemeinen auch sagen, dass die phototrophischen Inflorescenzen sich als eine Anpassung an einseitige Beleuchtung, hingegen dichtblütige aphototrophische Inflorescenzen (z. B. die von *Verbascum*) als Anpassungen an allseitige Beleuchtung darstellen.

Aber so wie auf freien sonnigen Standorten Pflanzen mit heliotropischem Blütencharakter auftreten (es sind dies aber Gewächse, welche auch auf beschatteten Standorten fortkommen können, wie

Ranunculus acris und *Bellis perennis*), so giebt es auch Pflanzen, welche den aphotometrischen Charakter auch auf Standorten bewahren, welche nicht lichtreich sind, z. B. *Lamium album*, welche eben auch sowohl dem vollen Tageslichte als geringerer Lichtmenge angepasst ist.

Solcher Uebergangsformen giebt es außerordenlich viele. Auf einzelne derselben wird noch hingewiesen werden.

3. Oberlichtblumen und Vorderlichtblumen. Auf freiem Standorte auftretende Pflanzen besitzen in der Regel aphotometrische Blüten. Selten sind die Blüten solcher Standorte, wie eben erwähnt, photometrisch.

Die Blüten vieler auf freiem Standorte vorkommender Pflanzen nehmen eine unbestimmte Lage zum Lichte ein, sie suchen nicht das Maximum des Lichtes, weil sie auch in anderen Stellungen genügend Licht empfangen.

Unter den auf solchen Lokalitäten vorkommenden Gewächsen finden sich aber auch solche, welche das Oberlicht, und andere, welche das Vorderlicht aufsuchen. Das sind Beziehungen, welche vor allem auf den Genuss des diffusen Lichtes abzielen und weniger auf den des Sonnenlichtes. Die Vorderlichtblumen wehren durch ihre Stellung das stärkste Sonnenlicht geradezu ab.

Die Oberlichtblumen genießen das gesamte Tageslicht, wenn sie auf völlig freiem Standorte vorkommen. Wenn Oberlichtblumen im Walde auftreten, so kommt ihnen das stärkste Licht des Standortes, das Zenithlicht, zu gute[1]). Die meisten Umbelliferen besitzen Oberlichtblumen. Die Köpfe von *Carlina acaulis*, die aus Köpfchen sich zusammensetzenden, von oben gesehen, den doldenartigen Habitus nachahmenden Infloreseenzen von *Achillea Millefolium* seien als weitere Beispiele von Oberlichtblumen genannt. *Achillea Millefolium* und manche Umbelliferen (z. B. *Daucus Carota*) wenden sich bei einseitiger Beleuchtung gegen das stärkste Licht. Während sie auf freiem Standorte Oberlichtblumen bilden, zeigen sie bei einseitiger Beleuchtung Uebergänge zu den Vorderlichtblumen. Alle Oberlichtblumen haben die Fähigkeit, durch Geotropismus des Blütenstandsträgers sich als Oberlichtblumen zu behaupten, nämlich wenn sie durch Zufälle in geneigte Lage gekommen sind, rasch wieder die aufrechte Lage zu erreichen.

Ich habe schon früher (Heliotropismus, zweiter Teil) auf Pflanzen hingewiesen, welche selbst bei freier Exposition die Apertur ihrer Blüten vertikal stellen, z. B. *Geranium pratense*, sich also dem Vorderlichte zuwenden. Das Auftreten von Vorderlichtblumen ist durchaus kein seltenes. Als typisches Beispiel nenne ich die Sonnenblumen, die

1) In diesem Falle ist das Zenithlicht etwa doppelt so stark als das Vorderlicht. Biol. Centralbl. l. c., p. 5.

bekannten Blütenköpfe von *Helianthus annuus*, deren Stellung zum Lichte weiter unten näher erörtert werden soll.

Die Lichtmenge, welche den Oberlichtblumen zufällt, ist eine weitaus größere als die, welche die Vorderlichtblumen empfangen. Im ungünstigsten Falle ist die Menge des diffusen Oberlichtes doppelt so groß als die des Vorderlichtes, es kann aber die Menge des ersten im Vergleiche zum letzten selbst in unseren Gegenden viermal größer sein und selbst darüber[1]).

Die Vorderlichtblumen bilden ein Analogon zu den panphotometrischen Laubblättern[2]). Sowie diese eine beträchtliche Menge von diffusem Licht genießen, aber nicht das mögliche Maximum, hingegen das stärkste direkte Sonnenlicht abwehren, so auch die Vorderlichtblumen. Die vertikale Stellung ihrer Apertur bringt es mit sich, dass sie viel diffuses Licht empfangen, aber gerade das Licht hoher Intensität, nämlich das bei hohem Sonnenstande auf sie fallende parallele Licht, trifft sie unter spitzem Winkel, wird ihnen also in sehr geschwächtem Zustande zugeführt.

4. *Helianthus annuus.* Die Blütenköpfe dieser Pflanze, der bekannten Sonnenblume, bilden das beste Beispiel einer Vorderlichtblume. Am einfachsten gestalten sich die Bewegungen dieser Blumen, wenn die dieselbe tragende Pflanze unverzweigt ist und an einer nach Norden gewendeten Mauer steht, oder überhaupt nur vom Norden her Licht bekommt. Der anfangs aufrecht stehende Blütenkopf neigt sich noch im geschlossenen Zustande nach Norden. Anfangs hebt sich ein solcher Blütenkopf nachts etwas geotropisch, um während des Tages sich stärker nach Norden zu neigen. Während des Aufblühens neigt sich der Kopf immer mehr und mehr, bis er im völlig erblühten Zustande seine Apertur vertikal gestellt hat, also der die Inflorescenz tragende Teil der Blütenaxe horizontal geworden ist. Der Blütenkopf ist nunmehr nach Norden gewendet und behält während des Blühens diese Stellung; bei der Fruchtreife hängt er über, ist also wieder aus der vertikalen Lage herausgetreten; der Fruchtboden schaut zur Erde. Diese Vertikalstellung der Inflorescenz bildet, auch bei anderweitiger Orientierung der Pflanze zum Lichte, die Regel.

Ist der Stamm unverzweigt, trägt er nur einen terminalen Blütenkopf und ist die Pflanze frei exponiert, so wendet sich der noch ungeöffnete Kopf nach dem Südhimmel, nicht selten kleine Seitenbewegungen machend, auch nachts sich etwas geotropisch erhebend. Völlig geöffnet ist die Apertur des Blütenkopfes vertikal geworden und dem Südhimmel zugewendet.

1) Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des photometrischen Klimas im arktischen Gebiete. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien (1898).

2) Biol. Centralbl. l. c., p. 2.

In beiden bis jetzt betrachteten Fällen erfolgt die Neigung des Köpfchens nach dem stärksten Lichte dadurch, dass die Blütenstandsaxe positiv heliotropisch geworden ist; unter dem Gewichte des Blütenkopfes hängt derselbe nach dem stärksten Lichte über. Weshalb die Bewegung des Blütenkopfes in dem Momente sistiert wird, wenn die Apertur die vertikale Lage erreicht hat, muss hier unerörtert bleiben[1]).

Dass das Gewicht des Blütenkopfes bei dessen Stellungnahme zum Lichte mitwirkt, lehren jene Exemplare der Sonnenblume, welche bei freier Exposition verzweigt sind. Die seitlichen Blütenaxen sind an sich schon schief gestellt, und die Neigung dieser Axen bestimmt schon die Richtung, nach welcher der Blütenkopf sich wendet. Welche Stellung eine solche Axe zur Hauptaxe der Pflanze auch immer haben mag, stets ist für jeden seitlich stehenden Blütenkopf die Möglichkeit geboten, dass er das Vorderlicht gänzlich oder fast ungeschmälert empfängt. — An verzweigten, einseitig beleuchteten Exemplaren der Sonnenblume kann man nicht selten die Wahrnehmung machen, dass sich alle Blütenköpfe nach außen, also nach dem stärksten ihnen zufallenden diffusen Lichte stellen. Insbesonders an kleinen, dünnstengeligen Spielarten der Sonnenblume ist dies oft zu bemerken. Es braucht wohl nicht näher auseinandergesetzt zu werden, dass diese Parallelstellung der ihrer Anlage nach verschieden orientierten Blumenköpfe dadurch erfolgt, dass sich alle tragenden Blütenaxen positiv heliotropisch dem starken Vorderlichte zuwenden.

Es wird häufig angegeben, dass die Sonnenblumen dem Laufe der Sonne folgen. Es ist dies aber nicht richtig. Schon die so auffällige vertikale Lage der geöffneten Sonnenblume lehrt, dass sie dem Laufe der Sonne nicht folgen kann, sie müsste ja im Sommer zu Mittag fast parallel zum Horizonte ihre Oeffnung stellen. Ihre zur Zeit des Erblühens vertikale Stellung der Apertur lehrt, dass die Blütenköpfe der horizontalen Projektion des Sonnenlaufes folgen könnten. Aber auch dies ist nicht der Fall.

5. Giebt es Blumen, welche sich mit der Sonne wenden? Es ist sehr häufig behauptet worden, dass nicht nur die Sonnenblume, sondern auch die Blüten zahlreicher anderer Pflanzen dem Laufe der Sonne folgen.

Genauere Beobachtungen hierüber hat aber, glaube ich, außer mir niemand angestellt. Ich habe angegeben (Heliotropismus, zweiter Teil), dass die Blüten mancher Pflanzen bis zu einer bestimmten Sonnenhöhe

1) Dass die noch ungeöffneten Köpfe von *Helianthus annuus* (passiv) heliotropische und (nur während der Nacht) geotropische Bewegungen machen, die Lage des völlig geöffneten Köpfchens aber fix ist, habe ich früher schon konstatiert (Heliotropismus, zweiter Teil). Zu demselben Resultate ist 18 Jahre später John H. Schaffner (Kansas) gekommen. S. Bot. Jahresbericht, 1898, I, p. 593.

dem Laufe der Sonne folgen. Ueber diese Sonnenhöhe hinaus werden die Wachstumsbewegungen, und auch die durch das Licht orientierten Wachstumsbewegungen, also die heliotropischen, sistiert infolge zu großer Intensität des Sonnenlichtes. Es wurde dies von mir in einer Zeit ausgesprochen, in welcher ich die Bedeutung des diffusen Lichtes nur rücksichtlich des Laubblattes erkannt hatte.

Dass der Heliotropismus, welcher für die Pflanze ein Behelf zur Ausnützung von wenig oder schwachem Lichte ist, durch diffuses Licht hervorgerufen wird, ist eine nunmehr sehr offen vor Augen liegende Thatsache, und dass in der Regel der Heliotropismus der Blüten und Blütenstände durch diffuses Licht hervorgerufen wird, ist leicht zu konstatieren.

In der Natur kann eine reine Wirkung von direktem (parallelen) Sonnenlichte nicht vorkommen, immer ist dasselbe mit diffusem (von unendlich viel Richtungen strahlendem) Lichte gemengt. Dieses gemischte Licht wirkt richtend auf die Blüten vieler Pflanzen. Bisher konnte ich nur konstatieren, dass die Blüten nicht den Richtungen der parallelen Strahlung, sondern einem hellen Stück des Himmels folgen. Es geht dies aus folgender Thatsache hervor. Dort, wo zahlreiche Blüten von der Sonne beschienen werden, aber ungleich starkes diffuses Licht empfangen (indem der Zutritt des letzteren, was so häufig vorkommt, in verschiedenem Grade abgeschnitten ist), stehen diese Blüten nicht untereinander parallel, was ja der Fall sein müsste, wenn die parallelen Sonnenstrahlen die Richtung dieser Blüten bedingen würden. Sie sind mehr oder minder verschieden gegen das Licht orientiert. Die photometrische Messung lehrt dann, dass jede Blüte sich nach dem diffusen Licht des ihr zufallenden Lichtareals orientiert, und wenn sie eine euphotometrische ist, sich genau in die Richtung des stärksten diffusen Lichtes stellt.

Diese Beobachtungen lassen es nur in geringem Grade wahrscheinlich erscheinen, schließen es aber nicht aus, dass Blüten existieren, welche dem täglichen Gange der Sonne folgen. Der Augenschein spricht auch dafür. Man findet z. B. die Blüten von *Ranunculus acris* an sonnigen Tagen morgens nach Osten, vor Sonnenuntergang nach Westen gewendet. Vergleicht man aber die Richtung der Sonnenstrahlen (z. B. durch Beobachtung der Richtung des Schattens eines vertikal aufgestellten Stabes), so wird man nicht selten Abweichungen der Blütenstellung von der Richtung der Sonnenstrahlen wahrnehmen. Es ist mir bisher nicht gelungen, eine Pflanze ausfindig zu machen, deren Blüten sich genau mit der Sonne wenden. Dass aber Pflanzenorgane existieren, welche heliotropisch so empfindlich sind, dass sie innerhalb zwölf Stunden sich succesive um 180° wenden, geht aus folgendem, von mir oft wiederholten Versuche hervor. Ich ließ ein Laufwerk konstruieren, welches sich in 24 Stunden einmal um seine

Axe dreht. Auf diesem Tageslaufwerk stellte ich Wickenkeimling (*Vicia sativa*) auf, welche ich bei Vertikalstellung der Axe sich drehen ließ, nachdem sie mit einem dunkeln Recipienten bedeckt worden waren, welcher nur durch einen Vertikalspalt Licht eintreten ließ. Dieser Versuch verlief in hellem, diffusem Lichte. Diese rotierenden Keimlinge waren den ganzen Tag über stets dem Spalt zugewendet. Gäbe es Pflanzen mit Blütenstielen, welche genau so heliotropisch empfindlich wären wie die Keimlinge dieser Wicken, so könnten die Blüten dieser Pflanzen sich mit der Sonne wenden, vorausgesetzt, dass die Intensität des Sonnenlichtes zur Hervorrufung des Heliotropismus nicht zu stark wäre.

Die Anpassung der Blütenstellung an das diffuse Licht erscheint uns sehr zweckmäßig, da die Pflanze während des Tages fortwährend dem diffusen Lichte ausgesetzt ist. Hingegen erscheint die Fähigkeit der Blüten, sich genau nach der Sonne zu wenden, nicht in demselben Maße zweckmäßig, da die Sonne oft tagelang nicht zum Vorschein kommt und während des einzelnen Tages doch häufig bedeckt ist. Kurzlebige Blüten würden häufig ihre Fähigkeit, mit der Sonne zu gehen, gar nicht bethätigen können. Aber auch die ungleiche heliotropische Reaktionsfähigkeit der Blüten tragenden Axen vieler Pflanzen schließt ihre Fähigkeit, in gleichmäßigem Tempo dem Gange der Sonne zu folgen, aus. Der Zweck des Wendens der Blüten bezw. der Blütenstände zum Licht besteht wohl hauptsächlich darin, diese Organe guter Beleuchtung zuzuführen, damit sie von den die Befruchtung vermittelnden Insekten rasch aufgefunden werden können. Und dieser Zweck wird vollständig erreicht, wenn sie vom stärksten diffusen Lichte oder bei freier Exposition vom stärksten gemischten Lichte beleuchtet werden.

6. *Impatiens Noli tangere.* Die Blüten dieser Pflanze hängen bekanntlich an schwanken Stielen. Die Axe der Krone ist dabei horizontal, die Blüte ist nach außen geöffnet und von einem Laubblatt überdeckt. Die Blüte gehört einer Inflorescenzaxe an, welche in der Achsel jenes Blattes steht, das sie später bedeckt. Die Inflorescenzaxe wird also über dem Blatte angelegt. Wie gelangt die Blüte unter das Blatt? Wie ich finde, geschieht dies durch negativen Heliotropismus der Inflorescenzaxe. Diese negativ heliotropische Bewegung erfolgt zunächst vom starken Zenithlicht weg, also nach abwärts, und sodann unterhalb des Blattes vom starken Seitenlicht weg. Letztere ergiebt sich aus folgender interessanten Beobachtung. Fasst man zwei benachbarte an der Licht-(Vorder-)Seite der Pflanzen stehende Blätter ins Auge, von welchem das eine zur rechten, das andere zur linken Hand des Beschauers gelegen ist, so findet man, dass die Blütenstandsaxe an dem rechts liegenden Blatte nach rechts, an dem links liegenden Blatte nach links sich gewendet hat, sich also in beiden

Fällen von dem hellen Lichte nach dem schwächeren kehrte. In der so angenommenen Lage der Inflorescenzen kommt die Blüte zur vollkommenen Ausbildung, und nunmehr ist sie von einem Laubblatte wie von einem Dache überdeckt. Später treten andere Richtungsbewegungen der Inflorescenzaxe ein, wodurch die sich ausbildenden Früchte wieder über dem Blatte zu stehen kommen.

7. Hängende Blütenknospen. Die Blütenknospen vieler Pflanzen, die ungeöffneten Blütenknospen mancher Kompositen, aber auch die mit noch ungeöffneten Blüten versehenen Dolden mancher Umbelliferen und anderweitige Inflorescenzen vieler Gewächse hängen nach abwärts. Auf das Zustandekommen dieses Ueberhängens kann ich hier nur vorübergehend reflektieren und bemerke, dass ich früher schon (Heliotropismus, zweiter Teil) bezüglich *Papaver* zeigte, dass das Ueberhängen der Blütenknospen nach dem Lichte hin durch den positiven Heliotropismus des älteren im starken Wachstum befindlichen Teiles des die Blüte tragenden Stengels eingeleitet wird, und die relativ schwere, am weichen plastischen Ende des Stengels befindliche Knospe nach dem Lichte, nämlich nach der Seite der stärkeren Beleuchtung, überhängt (s. oben p. 15). Das Gewicht der Knospe wirkt bei dem Ueberhängen in der Regel mit, aber es bedarf nicht immer des Heliotropismus des die Blüte tragenden Stengels, damit die Knospe nach dem Lichte überhängt. So werden die ungeöffneten Köpfe der Georgine gewöhnlich dem Vorderlichte dadurch zugeführt, dass die Inflorescenzaxe schon spontan einen schiefen Wuchs besitzt, von dem tragenden Laubsprosse weg nach außen gerichtet ist und somit das Köpfchen nach außen, d. i. dem Vorderlichte zugewendet, nickt.

Während des Aufblühens verhalten sich die nickenden Knospen verschieden. Bei *Cyclamen europaeum* behält die geöffnete Blüte ihre frühere Lage. Ich habe zahlreiche Exemplare dieser Pflanze in Bezug auf die Blütenlage genau untersucht und habe stets gefunden, dass sowohl die Blütenknospe als auch die geöffnete Blüte nach dem Lichte überhängt.

Ein anderer Fall ist durch *Leontodon hastile* repräsentiert. Lässt man den Blütenschaft, so lange er noch aufrecht ist, welken, so wird der obere Teil desselben weich und das ungeöffnete Köpfchen hängt nun hinab. Gerade jene Region des Schaftes, welche unter normalen Verhältnissen nach abwärts gekrümmt ist, krümmt sich auch bei dem Welkungsversuche. Starke Transpiration des Laubes vermittelt unter normalen Verhältnissen das Nicken des geschlossenen Köpfchens. Der von mir vor langer Zeit schon nachgewiesene absteigende Wasserstrom kommt hier zur Geltung und auch in vielen anderen Fällen des Nickens von Blütenknospen. Da der ältere Teil des noch wachsenden Blütenschaftes positiv heliotropisch ist, so wird es verständlich, warum die Blütenköpfchen von *Leontodon hastile* gewöhnlich nach dem Lichte

überhängen. Das geöffnete Blütenköpfchen steht wieder aufrecht. Welchen Zweck das Hängen des ungeöffneten Blütenköpfchens hat, ist noch nicht aufgeklärt. Aber sicher ist es, dass während des Oeffnens des Köpfchens dieses geringeren Lichtintensitäten ausgesetzt ist, als wenn es fortwährend aufrecht stünde. Aber die grünen Blätter des Hüllkelches sind während des Nickens stärker beleuchtet als bei aufrechter Stellung des Blütenkopfes und infolgedessen zu ausgiebigerer Assimilation befähigt.

Bei *Helianthus annuus* geht, wie schon oben erwähnt, das Nicken der Knospen nur bis zur Horizontalstellung der Blütenstandsaxe[1]), welche Richtung während des Blühens erhalten bleibt.

Wieder ein anderer Fall ist durch *Geranium pratense* repräsentiert. Die Blütenknospe hängt nach abwärts, die Erhebung erfolgt zur Zeit des Oeffnens nur so weit, bis die horizontale Richtung der Blütenaxe erreicht ist, wodurch die Blüten dieser Pflanze zu Vorderlichtblumen werden.

Die Blüten des Mohns verhalten sich im ganzen so wie die Köpfchen von *Leontodon hastile*. Aber die Apertur der Blüte bleibt gewöhnlich lange vertikal. Während eines großen Teiles des Blühens hat also *Papaver somniferum* Vorderlichtblumen.

8. *Digitalis grandiflora*. Diese Pflanze bietet ein sehr klares Beispiel für das Zusammenwirken mehrerer Einrichtungen zum Zwecke einer passenden Lichtstellung der Blüten dar. Die Infloreseenzaxe ist positiv heliotropisch und wendet sich bei einseitiger Beleuchtung schwach zum Lichte, wodurch bedingt wird, dass das noch weiche, fast plastische, mit schweren Blütenknospen besetzte Ende der Blütenstandsaxe stark nach dem Lichte überhängt. So werden die Blütenknospen schon durch ihr eigenes Gewicht mehr oder weniger stark nach der Lichtseite hingeneigt. Bei der Entfaltung der Blütenknospen kommt nun der positive Heliotropismus der Blütenstiele zur Geltung und die einzelnen Blüten stellen sich in die Richtung des einfallenden Lichtes, in der bereits oben genau geschilderten Weise, und zwar an der wieder geotropisch aufgerichteten Blütenstandsaxe. Die Infloreseenz wird dadurch einseitswendig und auffälliger, als wenn die einzelnen Blüten nach allen Richtungen ausstrahlen würden. Der Blütenstand dieser Pflanze teilt die Eigenschaft aller augenfälligen Infloreseenzen: aus der vertikalen Lage gebracht, richtet er sich geotropisch auf, in welcher Stellung er den höchsten Grad der Augenfälligkeit besitzt. Dass nur jener Teil der Infloreseenzaxe sich aufrichtet, welcher Blütenknospen oder noch unbefruchtete Blüten trägt, ist schon oben erwähnt worden.

1) In Südtirol fand ich an manchen Orten (Bozen, Gries, Meran etc.) eine hohe, dünnstengelige Varietät der Sonnenblume in Gärten kultiviert, deren Köpfe mehr oder minder stark schon während des Blühens nach abwärts hängen.

9. *Melampyrum silvaticum.* Ich führe die Lichtstellung der Blüten auch dieser Pflanze besonders an, weil hier, wie im vorangegangenen Falle, eine Komplikation in der Verursachung der genannten Erscheinung vorliegt, aber eine Komplikation, welche schwieriger als bei *Digitalis* zu entwirren ist.

Bei *Melampyrum* können sich zum Zwecke einer passenden Lichtstellung der Blüten kombinieren: positiver Heliotropismus der Blütenstiele, heliotropische Torsion der Blütenstandsaxe und Phototrophie der Inflorescenzen.

Bei einseitiger Beleuchtung der Blütenstände wenden sich die Blüten dem Lichte zu, wie gewöhnlich infolge positiven Heliotropismus der Blütenstiele[1]).

Ich beschreibe nun jenen Fall, welcher eintritt, wenn die Pflanze im tiefen Waldesschatten steht, stark vom Zenith her beleuchtet und schwächer, aber von allen Seiten gleichmäßig, durch das Vorderlicht. In diesem Falle hat der terminale Blütentrieb einen anderen Charakter als sämtliche seitliche Blütenstände. Im terminalen Triebe strahlen alle Blüten, entsprechend der decussierten Anordnung der Blätter nach vier Richtungen. In den Achseln der Blätter sind sämtliche Blüten ausgebildet, welche also gleichfalls nach vier Richtungen ausstrahlen. Im terminalen Triebe ist also keine Spur von Phototrophie zu bemerken. Die Seitentriebe werden entweder phototroph, indem, wenn die ursprüngliche Blattstellung beibehalten wird, die Blüten bloß an der Vorderseite (Lichtseite) zur Ausbildung gelangen, oder es tritt Torsion der Internodien ein, die Blätter und Blüten sind dann zweireihig angeordnet.

Bei einseitiger Beleuchtung wird auch der terminale Trieb phototroph, indem sich die Blüten bloß an der Lichtseite ausbilden und dann auch noch positiv heliotropisch stellen, wie schon erwähnt wurde.

Da die der Anlage nach vierreihigen Blätter auch im schiefen Lichte durch Drehung der Internodien zweireihig werden können, wobei alle Blätter in eine Ebene zu liegen kommen und dann senkrecht auf das stärkste auf sie einfallende Licht zu stehen kommen, so ist zu erkennen, dass hier auch heliotropische Torsionen (Heliotropismus, zweiter Teil) im Spiele sein können. Die in der Achsel der Blätter stehenden Blüten stehen nunmehr in der Richtung des stärksten auffallenden Lichtes und senkrecht zur Lage der Blätter. [107]

Das Wachstum und das Alter.

Von **M. Mühlmann.**

In der Lehre von der Ursache der senilen Atrophie und des Todes an Altersschwäche lassen sich zwei Richtungen unterscheiden. Am

1) S. Heliotrop., II, wo auch nachgewiesen ist, dass auch die Corollen mancher *Melampyrum*-Art positiv heliotropisch sind.

allerverbreitetsten war früher die Ansicht, welche heutzutage noch von vielen geteilt wird, dass das Greisenalter durch allerlei Aufreibungen während des Lebens schließlich zu stande kommt. Der tierische Organismus wird nach dieser Theorie als ein Apparat betrachtet, welcher durch schädliche Einflüsse der Außenwelt abgenutzt wird. Dieser Richtung schließt sich Weismann's Altertheorie an. Die Einzelligen, meint Weismann[1]), wären unsterblich, weil sie sich teilen ohne zu Grunde zu gehen; im mehrzelligen Organismus hat sich der Tod als eine Anpassung an die Umgebung eingerichtet: die Immortalität bewahren bloß die Generationszellen, die somatischen erleiden dagegen durch Abnutzung im Leben die Altersatrophie und sterben schließlich.

Dieser Aufreibungstheorie schließt sich gewissermaßen auch Metschnikow[2]) an. Die vielen Gifte, lehrt er, welche während des Lebens den Körper passieren, wirken verschieden auf die tierischen Zellen, indem sie die einen, die edlen Elemente, angreifen, die anderen dagegen, namentlich auch die Leukocyten, schonen. Die letzteren bleiben Sieger im Lebenskrieg und fressen die edlen Gewebselemente auf, was schließlich die Altersatrophie hervorruft. Um zu erklären, weshalb die Phagocyten die einen Zellen angreifen, die anderen unberührt lassen, lässt Metschnikow die Zellen normalerweise Substanzen secernieren, welche sie vor den Makrophagen schützen. Zum Opfer fallen den Makrophagen diejenigen Zellen, welche derartige Schutzmittel nicht besitzen, weil sie im Lebenswandel abgeschwächt sind. So wenig, wie wir auf die Einzelheiten der Weismann'schen Lehre eingingen, so fern liegt es unserem Zwecke, Metschnikow's Lehre eingehend zu beurteilen. Es kommt uns nur darauf an, zu zeigen, dass Metschnikow gleichfalls die Aufreibung der Zellen im Leben als schließliche Todesursache anerkennt.

Gegen die Aufreibungslehre spricht ein Umstand, den viele, namentlich auch Tarchanow[3]), betonen, dass Leute der ganzen Welt, ob in der Hitze des Aequators oder in der Kälte der Polarkreise, Leute, die ganz verschiedene Nahrung zu sich nehmen, Leute von ganz verschiedener Lebensweise, durchschnittlich gleiche Lebensdauer haben. Wenn der Tod durch die Thätigkeit äußerer Schädlichkeiten schließlich herbeigeführt wird, meint Verworn[4]), so sollte man z. B. auch erwarten, dass es einem Menschen, der sehr regelmäßig lebt und alle Schädlichkeiten möglichst vermeidet, gelingen müsste, sehr viel älter zu werden als jemand, der unregelmäßig lebt und sich

1) Weismann. Ueber die Dauer des Lebens. Jena 1882.

2) Metschnikow. Russ. Archiv f. Pathologie. Bd. VII. Ref. in Centr. f. allg. Pathol. Bd. XI.

3) Tarchanow. Die Lebensdauer. Europas Bote (russisch). 1891.

4) Verworn. Allgemeine Physiologie 1897.

vielen Strapazen aussetzt. Allein selbst wenn sich hier in manchen Fällen eine Differenz herausstellte, so wäre sie doch immer nur verschwindend, denn die ältesten Menschen sind nicht viel über 120 Jahre alt geworden, und das waren durchaus nicht immer Leute von besonders regelmäßigem Lebenswandel. Cohnheim[1]) führt gegen die Aufreibungstheorie die Thatsache an, dass die senilen Veränderungen bei allen Leuten vollkommen die gleichen sind, gleichgültig, ob sie viel oder wenig und besonders welche pathologische Vorgänge sie im Leben durchgemacht haben. „Gerade die Konstanz, mit welcher sich diese Veränderungen an sämtlichen Organen einstellen, spricht ganz evident dafür, dass die Bedingungen der senilen Atrophie sozusagen physiologische sind."

Wir sehen also, dass gegen die Aufreibungstheorie sehr wichtige und bis jetzt unangefochtene Einwendungen gemacht werden können.

Die andere Richtung in den Forschungen nach der Ursache des Todes an Altersschwäche lässt sich dahin zusammenfassen, dass diese Ursache nicht außerhalb, sondern in den Eigenschaften des Organismus selbst gesucht werden muss. Dieser Meinung waren Canstatt, Johannes Müller, Sedgwik Minot u. a. Ein Versuch, in dieser Richtung die Frage zu lösen, gehört Démange[2]), welcher die Ursache der Senilität in den degenerativen Veränderungen der Arterien sehen will. Durch die arteriosclerotischen Veränderungen leidet die Ernährung der Körperzellen, daher die senile Atrophie. Selbstverständlich ist dies nur eine sehr entfernte Lösung der Frage. Die Gefäße selbst bestehen aus Zellen; warum leiden die letzteren? Außerdem werden nicht alle Tiere durch Arterien ernährt, und nicht in der ganzen Tierwelt ist Arteriosclerose im Alter konstatiert. Uebrigens ist die Arteriosclerose zwar eine regelmäßige Alterserscheinung; es kommen aber Fälle vor, wo sie wenig ausgesprochen ist. Ich wohnte der Sektion eines 118jährigen Mannes bei, der an Tuberkulose starb, bei welchem die Arteriosclerose im Vergleich mit dem hohen Alter des Individuums beinahe fehlte.

Einen Versuch, die Ursache der Altersschwäche in den Eigenschaften der lebendigen Substanz selbst zu finden, macht auch Kassowitz[3]). Das Leben besteht aus einem beständigen Wechsel zwischen dem Aufbau und dem Zerfall der komplizierten chemischen Einheiten des Protoplasmas. Der Zerfall kann zweierlei sein: aktiv und inaktiv. Der aktive Zerfall kommt bei starker Reizung des Protoplasmas zu stande, der inaktive bei schwachem oder bei fehlendem Reiz. Beim aktiven Zerfall wird viel CO_2 und wenig lösliche Stickstoffverbindungen ausgeschieden, beim inaktiven werden Glykogen, Fett und unlösliche

1) Cohnheim. Vorlesungen über allgemeine Pathologie.
2) Démange. Etude sur la vieillesse. Paris 1886.
3) Kassowitz. Allgemeine Biologie. Wien 1899.

Stickstoffverbindungen gebildet. Die Untersuchung des Baues alter Tiere und Pflanzen zeigt, dass im Alter gerade diese zweite Art von Substanzen, welche Kassowitz mit dem Namen Metaplasmen belegt, in bedeutender Menge abgelagert wird: bei Pflanzen: Cellulose, Stärke, Bastfasern, Kieselsäure; bei Tieren: Bindegewebs- und Knorpelfasern, Fett, Kalksalze und andere organische und anorganische Ablagerungen. Die Frage nach der Ursache der senilen Atrophie deckt sich somit mit der Frage nach der Ursache der Ablagerungen der Metaplasmen. Kassowitz erklärt dies in der Weise, dass der während des ganzen Lebens vorkommende inaktive Zerfall diesen stetigen Absatz bewirkt; jedes abgelagerte Metaplasma fördert, durch seine Eigenschaft die Reizfortpflanzung zu verhindern, den inaktiven Zellzerfall und die Ablagerung neuer Metaplasmen. Wir sehen somit, dass Kassowitz's Versuch, die Frage von den Eigenschaften der lebendigen Materie selbst abhängig zu machen, ihn doch wiederum zur Aufreibungstheorie bringt; denn, wenn der inaktive Zerfall auch bei fehlendem Reiz vorkommt, so lässt es sich doch einsehen, dass die Teile, welche dem inaktiven Zerfall ausgesetzt sind, mit den anderen, welche dem aktiven ausgesetzt sind, in inniger Verbindung sind. Die Frage wird immer wieder auf die nach den Reizen zurückgeführt. Die Widerspänstigkeit der äußeren Agentien lässt sie aber, wie erwähnt, nicht mit den regelmäßigen Wachstumserscheinungen in ursächliche Beziehung setzen.

Es wären schließlich Hansemann's[1]) Ansichten noch zu erwähnen. In seinen Studien über den Altruismus der Zellen bringt er die von Weismann hervorgehobene Beziehung zwischen der Geschlechtsthätigkeit und der Altersfrage in Erinnerung. Aus zahlreichen Beispielen ist wirklich zu ersehen, dass die Senilität mit der Sistierung der Geschlechtsfunktion Hand in Hand geht. Die vorgeführten Thatsachen werfen aber wenig Licht auf den ursächlichen Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen.

Unsere bereits an einem anderen Orte dargelegten Ansichten schließen sich gewissermaßen den Ansichten einer Reihe von Forschern, die mit Lamark an der Spitze im allgemeinen die Epigenese vertreten, an.

Wir gehen von dem Satz aus, dass zu den unbedingten Eigenschaften des Protoplasmas die Assimilationsfähigkeit, also die Zunahme der Masse, also das Wachstum gerechnet werden muss. Das Wachstum des mehrzelligen Organismus ist dadurch charakterisiert, dass, wenn die Eizelle sich in zwei teilt, beide Tochterzellen nebeneinander bleiben (mechanisches Wachstumsgesetz). Deshalb kann jede Tochterzelle nicht mehr, wie ursprünglich, mit ihrer ganzen Oberfläche die Nahrung resp. Sauerstoff aufnehmen, sondern nur mit demjenigen Teil derselben,

1) Hansemann. Studien über die Spezificität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen. Berlin 1893. Vergl. auch Verhandl. der 72. Versamml. Deutsch. Naturf. und Aerzte. Leipzig 1901.

welcher frei ist, mit welchem die Zellen einander nicht berühren. Die Assimilationsfähigkeit, also das Wachstum, wird bei weiterer Zellvermehrung noch mehr beschränkt, weil die innerlich liegenden Zellen ganz von den peripherischen umgeben, von der Außenfläche verdeckt sind, und außer stande sind, die Nahrung direkt von der Quelle zu bekommen. Der geschilderte Wachstumsvorgang ruft Wachstumsretention, Wachstumsstillstand und gar Atrophie an den centralwärts liegenden, mangelhaft ernährten Zellen hervor, bis durch Auseinanderweichen der Zellen die Nahrung auch zu diesen Zellen Zutritt bekommt und die Entwicklung fortschreiten kann. In meiner ausgedehnteren Monographie[1]) versuchte ich die Wachstumsphasen nacheinander zu verfolgen, um zu zeigen, in welchen konkreten Formen die durch die Lagerung der Zellen bedingte Atrophie sich äußert. In diesem kurzen Artikel muss ich mich auf allgemeine Sätze beschränken.

Die angegebenen Hindernisse im Wachstum eines Teiles der Körperzellen werden durch mechanische Wachstumsbedingungen zu stande gebracht. Soeben wurde erwähnt, dass das durch Wachstumsretention respektive Atrophie an den centralen Teilen hervorgebrachte Auseinanderweichen von Zellen, welches, nebenbei bemerkt, die Gefäßbildung charakterisiert, den innerlich liegenden Teilen, dank der gebildeten Kommunikation mit der Außenfläche, die Möglichkeit besserer Ernährung gewährt. Es könnte scheinen, dass durch diese Umwandlung innerlicher Zellen in äußerliche die durch das mechanische Wachstumsgesetz hervorgerufene Wachstumshindernisse entfernt sind. In der That wirkt aber dabei ein Hand in Hand mit dem mechanischen Wachstumsgesetz thätiges physikalisches Entwicklungsgesetz, und zwar ein geometrisches, nach welchem die Oberfläche nicht in gleichem Verhältnis mit der Masse wächst: die letztere wächst im Kubus, dagegen die Oberfläche im Quadrat. Bei der Vermehrung der Zellen kann deshalb die durch die Oberfläche dargebotene Nahrungsmenge gleichfalls nur im Quadrat sich vermehren und die im Kubus wachsende Masse nicht in genügender Weise befriedigen. Dieses mathematische Entwicklungsgesetz hat schon längst die Aufmerksamkeit der Biologen zu sich gelenkt. Zuerst erwähnen es Bergmann und Leuckart, dann benutzten es Spencer, Weismann, Roux, Rubner, O. Hertwig und besonders Verworn, welcher es gar der Teilung der Einzelligen zu Grunde legt. Da wir es mit einem physikalischen Gesetz zu thun haben, welches im stande ist, den allgemeinen Entwicklungsgang zu erklären, so können wir es beim Studium des organischen Wachstums nicht umgehen. Seine konkrete Anwendung in jedem einzelnen Fall ist aber nicht leicht möglich und vorläufig nicht ganz klar. Wir

1) Mühlmann. Ueber die Ursachen des Alters. Wiesbaden 1900. Da ich im folgenden der Kürze halber auf das in diesem Buche vorgeführte Material Bezug nehmen muss, werde ich es kurz mit dem Worte „Altersursache“ bezeichnen.

werden deshalb im folgenden hauptsächlich das erste von uns aufgestellte Gesetz mechanischer Entwicklungshindernisse im Auge haben, umsomehr, als es ziemlich ausreicht, um die Frage nach der Ursache der senilen Atrophie und des Todes an Altersschwäche zu lösen; das mathematische Gesetz werden wir in jenen Fällen benutzen, wo seine Anwendung mit genügender Klarheit hervortritt.

Beide physikalische Wachstumsgesetze — das mechanische sowie das mathematische — lassen sich auf die Abhängigkeit des Wachstums der Körpermasse von der Körperoberfläche zurückführen und entfalten ihre Wirkung am augenscheinlichsten bei den ersten Zellteilungen des Embryos.

Direkte Dimensionsbestimmungen der ersten Tochterzellen lassen ersehen, dass diese mit jeder folgenden Teilung kleiner als die Eimutterzelle werden. Dies hat schon seinen Grund darin, dass die Eihülle als Oberfläche nicht in demselben Maße wachsen kann wie ihr Inhalt, die Eimasse. Diese von Anfang an auftretende plastische Atrophie[1]) der Zellen bewirkt sehr bald vollständigen Wachstumsstillstand eines Teiles der Embryonalzellen. Die Größen- und Gewichtsbestimmungen am menschlichen Foetus in verschiedenen Stadien[2]) zeigen in ganz frappanten Zahlen, wie das Wachstum, zuerst rasch fortschreitend, schon in den ersten Lebensmonaten des Embryo ganz bedeutende Verlangsamung zeigt, und die mikroskopische Untersuchung des foetalen Körpers zeigt, dass die Wachstumshemmung in verschiedenartigen, histogenetischen und nekrotisierenden[1]), atrophischen Zuständen sich kennzeichnet.

Die hemmende und zerstörende Kraft der physikalischen Wachstumsgesetze entfaltet ebenso stark ihre Wirkung nach der Geburt des Kindes. Die jährliche Gewichts- und Größenzunahme des menschlichen Körpers vom 1. bis zum 25. Lebensjahre zeigt immer kleinere Zahlen an: die Gewichtszunahme im ersten Jahre beträgt[3]) 200%, im zweiten 22%, dann 14%, 12%, 10% etc. mit kleinen Schwankungen bis 2,6% im 25. Jahre. Nach diesem Alter ist keine merkliche Zunahme bis zum 50. Jahre da, darauf sinkt sogar das Körpergewicht sowie die Körpergröße bis zum Tode hin[4]).

Die Untersuchung des Gewichtswachstums einzelner Organe des Körpers zeigte, dass die Wachstumskurve des ganzen Körpers aus verschiedenartigen Wachstumskurven der einzelnen Organe sich zu-

1) Mühlmann. Atrophie und Entwicklung. Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 41. 1900.

2) Altersursache. Kap. V.

3) Altersursache. Kap. VIII, S. 114.

4) Die regressive Tendenz des Wachstums wurde durch Gewichtsmessungen an Meerschweinchen auch von C. Sedgwick Minot nachgewiesen. Senescence and rejuvenation. Journal of Physiology, Vol XII, Nr. 2, 1891.

sammensetzt. Die Organe wachsen nicht parallel in einem Tempo miteinander: einige wachsen rascher, andere langsamer. Jedes Organ hat sein Kindes-, Mannes- und Greisenalter ganz unabhängig von den entsprechenden Perioden des ganzen Körpers: so wächst das Augen- und das Gehirngewicht bloß bis zum zweiten Jahrzehnt hin: das Gehirn hört nach dem 14.—15. Lebensjahre auf, an Gewicht zuzunehmen (Altersursache, Seite 154), dagegen nehmen die Lungen und das Herz noch bis zum tiefen Greisenalter des Menschen an Gewicht zu. Vollkommenen Parallelismus mit dem allgemeinen Körperwachstum scheinen allein die Muskulatur und das Skelett zu zeigen.

Ich erkenne gern an, dass die in meinem Buche vorgeführten Gewichtsangaben vielleicht zu mangelhaft sind, um allgemeine Schlüsse aus sich ziehen zu lassen. Obwohl ich mich bemühte, die vorhandenen Angaben verschiedener Autoren für das höhere Alter durch eigene Messungen[1]) zu ergänzen, so ist es vorläufig bloß für den Darm und die Lunge in größerem und doch vielleicht ungenügendem Maße geschehen; durch andere Arbeiten in Anspruch genommen, habe ich die Messungen unterbrochen und will die nächste Gelegenheit benutzen, um sie fortzusetzen. Zu meiner Entschuldigung muss ich dennoch erklären, dass ich trotz der mangelhaft vorhandenen Angaben für das höhere Alter zu meinen Schlussfolgerungen ganz besonders durch die Thatsache ermutigt wurde, dass das uns in der Litteratur bereits zu Diensten stehende ausgedehnte Messungsmaterial an über 5000 Leichen junger und erwachsener Individuen bis zum 25. Lebensjahr jene Schlussfolgerungen zulassen und in allen Punkten bestätigen.

Als ich die in meinem Buche „Ueber die Ursache des Alters“ zusammengestellten Ergebnisse eigener und fremder Gewichtsbestimmungen der Organe der Uebersichtlichkeit halber in Kurven graphisch aufzeichnete, sind Thatsachen zum Vorschein gekommen, die verdienen, berücksichtigt zu werden. Obwohl die Ergebnisse ebenso klar aus einer detaillierten Tafel hervorgehen, habe ich, um Gleichmäßigkeit in den Angaben zu erreichen, die Kurventafel auf Grund meiner Generaltabellen[2]), welche das Wachstum der Organgewichte von einem Lebensjahrzehnt zum anderen verfolgen, zusammengestellt. Die Durchschnittszahlen in denjenigen Jahrzehnten, für welche verhältnismäßig wenig Einzelmessungen vorliegen, sind, um zufällige Schwankungen zu vermeiden, miteinander vereinigt, so dass bei einigen Organen im höheren Alter Durchschnittsziffern aus mehreren Jahrzehnten Berücksichtigung fanden. Für die Muskulatur sind hier alle Theile'schen Angaben berücksichtigt worden (in meinem Buche ist der Durchschnitt bloß

1) Mühlmann. Ueber das Gewicht einiger Organe des menschl. Körpers. Virchow's Archiv. Bd. 163. — Ders. Anatom. Anz. XVIII, 1900.

2) Altersursache, S. 158.

von denjenigen Personen Theile's gegeben worden, deren Körpergewicht gleichzeitig bekannt war). Ebenso wie früher glaube ich größeren Wert auf die relativen Gewichtsberechnungen legen zu sollen. Die kolossalen Differenzen in der Körpergröße bei verschiedenen Individuen desselben Alters lässt die Durchschnittsberechnungen der absoluten Gewichte sehr skeptisch ansehen, denn die Organgröße hängt von der Körpergröße ab und häufig müssen Durchschnittsziffern von grundverschiedenen Größen gezogen werden. Der Prozentgehalt des Organgewichts im Körpergewicht giebt immerhin viel vergleichbarere Zahlen, weil im allgemeinen das Verhältnis der Organgröße zur Körpergröße bei allen Individuen einen gleichen Quotient wohl darstellt. Diesmal ist das Milzgewicht gleichfalls graphisch dargestellt worden. Auf Grund des oben Gesagten sind die Kurventafeln auf S. 823 u. 824 aus folgenden Generaltabellen zusammengestellt worden (s. S. 822):

Die Kurventafel I lehrt uns kennen, aus welchen Einzelheiten die übliche Einteilung des menschlichen Lebenswandels in verschiedenen Perioden: Kindes-, Jünglings-, Mannes-, Greisenalter u. dergl. sich zusammensetzt. Unsere übliche Einteilung entspricht dem Augenfälligen. Die Thatsachen zeigen, dass nur zwei große Organe — die Muskulatur und das Skelett — ungefähr parallel mit dem Körper wachsen, indem sie im 21.—30. Jahre die größte Entwickelung erreichen und etwa vom 50.—60. Lebensjahre an an Gewicht zu verlieren beginnen. Alle übrigen Organe weichen vom Körperwachstum ab, in dem das eine früher, die anderen später ihr maximales Gewicht erreichen: aus den betreffenden Zu- und Abnahmen setzt sich als Differenz das Körpergewicht zusammen. Diese übrigen Organe, welche in ihrem Wachstum vom Körper abweichen, die Lungen, das Herz, der Darm, die Nieren, die Leber, die Milz, das Gehirn, stellen, jedes einzelne für sich, einen verhältnismäßig geringen Gewichtsteil des gesamten Körpergewichtes dar; dagegen nehmen die Muskeln und das Skelett mehr als die Hälfte des Körpergewichtes ein. Diese schwersten und größten Organe sind eben das augenfällige, sie entscheiden über die Frage nach der üblichen Einteilung des Lebenswandels in Perioden: sie nehmen, wie der gesamte Körper, bis zum 21.—30. Jahre an Gewicht zu, zeigen Wachstumsstillstand bis zum 41.—50. Jahre und nehmen von dann an ab. Die Leute glauben allerdings, dass die übliche Einteilung sich auf die Entwicklung unserer Fähigkeiten stützt, namentlich soll das Gehirn seine größte Potenz im Mannesalter entwickeln. Das ist alles sehr schön und stimmt für anthroprozentrische Weltanschauung oder philosophische Betrachtungen ganz gut, die biologische nüchterne Forschung zeigt aber, dass das Gehirn seine größte Entwicklung beim Manne im 15., beim Weibe im 14. Jahre erreicht, und dass von diesem Alter ab ein ständiges Rückschreiten im Wachstum des Gehirns bis zum Tode hin waltet.

Tabelle I.

Absolutes Gewicht des Körpers und der Organe in gr.

Alter	Körper	Gehirn	Herz	Lungen		Darm		Muskeln		Skelett	Leber		Niere	Milz	
Neugeb.	3050	382	24	54		146		684		384	153		23	11	
1—10	16120	1204	82	312		497		2518		1986	591		116	54	
11—20	41300	1338	108	731		1323		12630		8436	1262		234	124	
21—30	59615	1305	263	985		1495		22819		10058 [1]	1588		308	160	
31—40	59435	1297	276	1243	1192	1658	1329	23432	14335	8850	1504	1098	307	126	101
41—50	59830	1292	290	1284		2123		26863		10016 [1]	1776		279	126	
51—60	58100	1286	305	968		1441		14672		—	—		258	77	
61—70	55500	1257	321	1054		1328		16167		8231 [1]	1095		243	140	
71—80	53600	1220	317	1368		1450		9999		—	1189		259	105	
81—90	53500	1178	—	1234		1151		—		—	1010		214	93	

Tabelle II.

Relatives Gewicht der Organe in % des Körpergewichts.

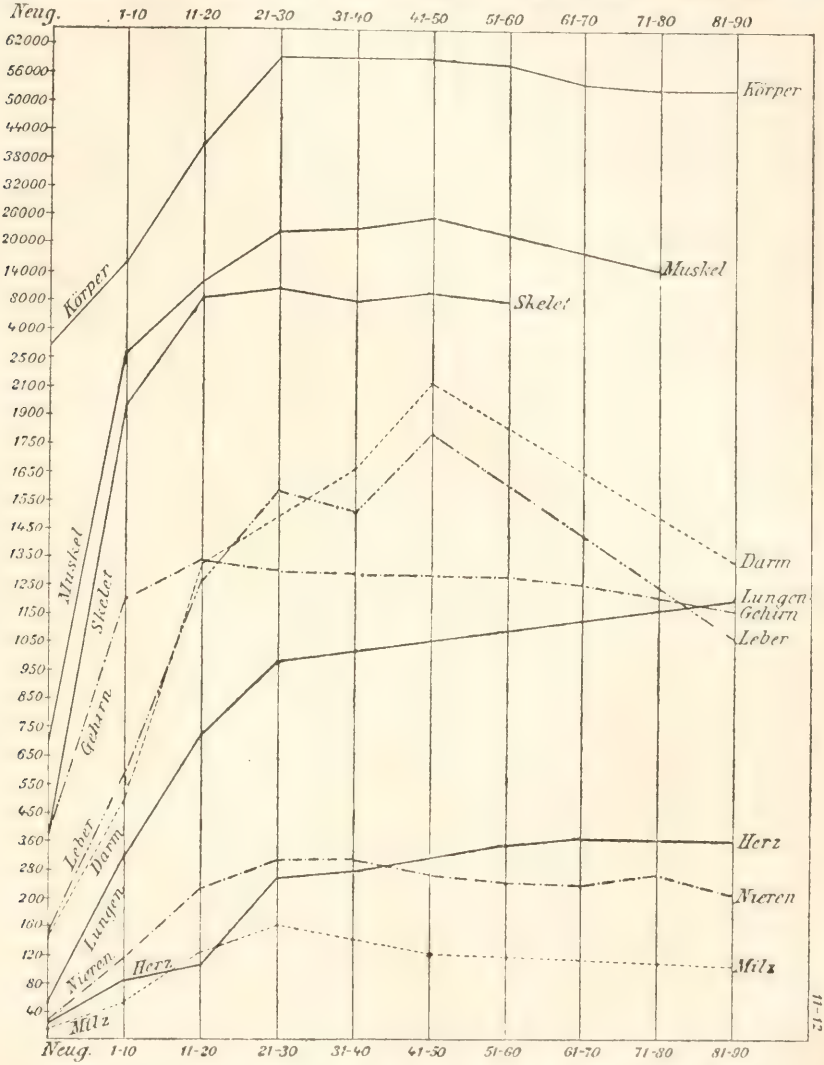
Alter	Gehirn	Herz	Lungen		Darm		Muskeln		Skelett	Leber	Niere	Milz	
Neugeb.	12,6	0,80	1,47		6,8		22,4		12,6	5,02	0,75	0,37	
1—10	7,5	0,50	1,93		4,5		15,0		12,3	3,60	0,72	0,34	
11—20	3,1	0,26	1,67		3,2		30,5		20,4	3,13	0,51	0,3	
21—30	2,2	0,45	1,79		3,3		36,7		17,6	2,68	0,51	0,3	
31—40	2,2	0,46	2,86	2,85	3,4	3,7	38,0	24,6	14,5	2,77	0,51	0,21	1,8
41—50	2,2	0,50	2,28		3,1		43,2		15,1 [2]	2,9	0,46	0,21	
51—60	2,1	0,52	2,73		4,0		25,2		—	—	0,42		
61—70	2,3	0,58	3,25		4,6		30,0		15,0 [2]	3,1	0,42		
71—80	2,35	0,60	3,25		3,6		18,6		—	3,1	0,46		
81—90	2,3	—	2,73		3,0		—		—	2,85	0,40		

1) Diese Ziffern stellen Durchschnitte aus denjenigen, welche in der „Altersursache“ im IX. Kapitel ausführlicher mitgeteilt sind. Ich kann mich jetzt nicht mehr erinnern, weshalb sie von den Durchschnittsziffern, die in den Generaltabellen mitgeteilt sind, abweichen; wahrscheinlich hatte ich nachträglich in den § 51 aus der Litteratur Wägungsdata hineingeschoben, die ich in den Generaltabellen mit zu berücksichtigen vergaß. Immerhin ändern sie den ursprünglich festgestellten Charakter des Knochenwachstums nicht im geringsten. Ich anerkenne sehr gern, dass die Data für das Skelettwachstum sehr mangelhaft sind und weitere Untersuchungen erheischen.

2) Die Relativzahl für die Jahre 61—70 berechnete ich aus den drei auf S. 150 angegebenen Gewichten für dieses Alter. Ich glaube, dass der Rückgang des Knochenwachstums in diesem Alter ohnedies genügend bekannt ist, als dass es nur von den Gewichtsbestimmungen abhänge, dies zu beweisen. Aus diesem Grund erklärt sich meine skeptische Haltung gegenüber den ursprünglich berechneten Relativzahlen und den Schlussfolgerungen aus denselben.

Tafel I.

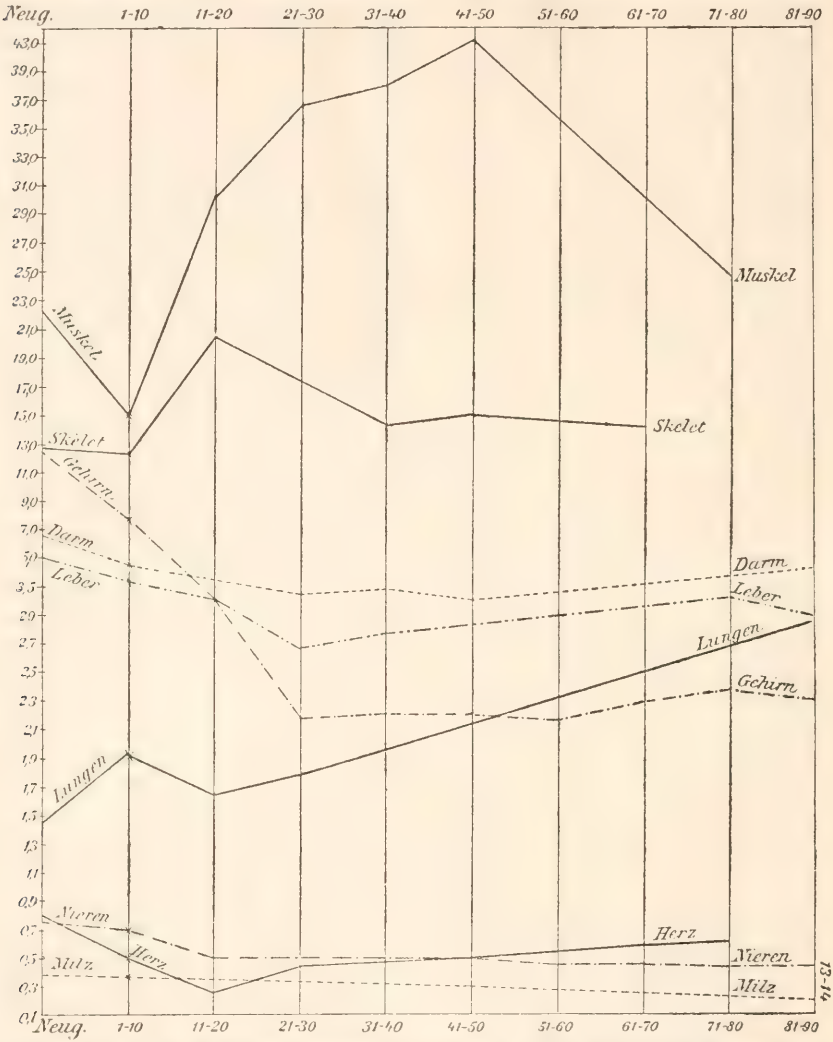
Absolutes Gewicht des Körpers und der Organe des Menschen in gr (graphisch).



Von größerem Interesse für uns, die wir die Gesetze des Wachstums studieren, ist das relative Wachstum der Organe. Wir interessieren uns eben für die Beziehungen der einzelnen Teile des Organismus zu einander. Die physikalischen Wachstumsgesetze verlangen, dass der Organismus infolge der Wachstumsgesetze zu Grunde geht. Man muss demnach suchen, welchen Einfluss das Wachstum der Teile auf das Wachstum des Ganzen ausübt. Die relativen Zahlen zeigen, welchen Anteil jedes Organ in einer bestimmten Wachstums-

Tafel II.

Relatives Gewicht der menschlichen Organe in % des Körpergewichtes (graphisch).



periode an dem Körperwachstum einnimmt. Die relativen Zahlen verdienen ganz besondere Beachtung, weil, wie gesagt, das Verhältnis der Organgröße zur Körpergröße von der Größe des Individuums unabhängig zu sein scheint; der Durchschnitt wurde zwischen sehr wenig voneinander differenten Zahlen gezogen (im Gegensatz zu den absoluten Zahlen). So ist z. B. das Hirngewicht des Mannes und des Weibes in demselben Alter voneinander so verschieden, dass ich in der ursprünglichen Generaltabelle der absoluten Zahlen[1]) nicht wagte,

1) Altersursache, S. 158.

aus ihnen eine Durchschnittszahl zu berechnen, dagegen sind die relativen Wachstumszahlen des Gehirns beider Geschlechter beinahe gleich.

Die Kurventafel des relativen Wachstums lehrt, dass im ersten Lebensjahre die meisten großen Organe einen entschiedenen Rückgang im Wachstumstempo zeigen. Von den aufgezeichneten Organen nehmen nur die Lungen im ersten Lebensjahre an Gewicht zu, außerdem nehmen größeren Anteil am Gesamtgewicht Organe, die später bald dem Rückgang anheimfallen, namentlich die Nebenniere, die Thymus; im ersten Jahre nimmt das relative Gewicht eines größeren, gleichfalls nicht aufgezeichneten Organs zu — der Haut. Abgesehen von dem mit der krassen Aenderung der Lebensweise wohl in Zusammenhang stehenden unregelmäßigen Wandel des Wachstumsgrades verschiedener Organe im ersten Lebensjahre, zeigt der weitere Verlauf des relativen Wachstums der Organe eine regelmäßige und markante Tendenz. Nach den verschiedenen Richtungen der Wachstumskurven lassen sich die Organe nämlich in folgender Weise gruppieren (der Zustand beim Neugeborenen wird aus dem erwähnten Grund unberücksichtigt bleiben und das Augenmerk auf die Kurven vom ersten Jahrzehnt, von mit × bezeichneten Stellen, an gerichtet):

1. Organe, die am frühesten das größte relative Wachstum erreichen: Das Gehirn und die Niere. Im ersten Jahrzehnt beträgt das Gehirn $7^1/_2$% und die Niere 0,72% des Gesamtkörpergewichtes und erreicht diese relative Größe lebenslang nicht mehr. Man könnte hierher vielleicht auch noch die Milz rechnen. Die Differenzen sind aber hier im Vergleich mit dem Gehirn sehr gering; ebenso ist die Zahl der Wägungen im Vergleich mit dem Gehirn zu minimal, als dass es ziemte, beide Organe in eine Reihe zu stellen. Der Darm und die Leber zeigen gleichfalls ziemlich die größten Relativzahlen im ersten Jahrzehnt; die Differenzen zwischen einzelnen Jahrzehnten sind aber auch hier im Vergleich mit dem Gehirn verschwindend klein; außerdem sehen wir, dass nach einem geringen Sinken der Relationszahl in den mittleren Lebensjahren sie im höheren Alter wieder ansteigt und die Höhe der ursprünglichen Zahl des ersten Jahrzehntes erreicht. Es wäre demgemäß richtiger, zu sagen, dass die relative Zahl für den Darm und die Leber während des ganzen Lebens nicht sehr von einer mittleren Ziffer abweicht, mit anderen Worten, dass diese beiden Organe während des ganzen Lebens ihr Verhältnis zum Körper aufrecht erhalten und ihre etwaigen Verluste durch Wachstum mit Erfolg decken.

2. In die zweite Reihe muss das Skelett gestellt werden, welches im zweiten Jahrzehnt sein maximales relatives Wachstum erreicht.

3. Die Muskulatur erreicht ihre maximale relative Größe im 40.—50. Lebensjahre.

4. Zur vierten Gruppe zählen Organe, welche am spätesten

wachsen: Die Lungen und mit geringen Schwankungen das Herz. Der prozentische Anteil dieser Organe am Gesamtgewicht nimmt noch dann zu, wann das Gesamtkörpergewicht bereits aufgehört hat an Gewicht zuzunehmen, also im spätesten Greisenalter. Man könnte mit ziemlicher Annäherung an die Wahrheit hierher auch den Darmapparat stellen, welcher in die erste Gruppe nicht passt. Die schon aufgeführten Gründe, namentlich die regelmäßige Zunahme des relativen Gewichtes des Darmes von den mittleren Jahren bis zu den spätesten Lebensjahren hin, rechtfertigt schon allein eine derartige Gruppierung dieses Organes. Hierzu kommt für den Darm die bekannte Thatsache, dass in seinen Epithelien bei Greisen karyokinetische Figuren, also Teilung und Vermehrung, konstatiert werden. Aus demselben Grunde sollte in diese Gruppe auch die Haut hineingeschoben werden, für welche wir leider keine genügenden Wägungszahlen besitzen. Die Leber nimmt eine zweifelhafte Stelle ein: ihr relatives Gewicht zeigt zwar eine Zunahme von den mittleren Lebensjahren an, und zeigt einen ziemlich deutlichen Parallelismus mit dem Darmgewicht an, das Sinken im dritten Jahrzehnt ist aber stark ausgesprochen, während es beim Darm vielleicht noch in den Rechnungsfehler gehört und also fehlt; die Relationszahl beim Greise erreicht hier nicht, wie beim Darm, die Größe der ersten Jahrzehnte. Schließlich gehören in diese Gruppe die Gefäße. Hierfür sprechen die Messungsergebnisse an denselben[1]), welche zeigten, dass das Lumen der größeren und mittleren Gefäße bis in die späten Altersjahre zunimmt.

Die Reihenordnung der Organe nach der Dauer der Wachstumsperiode zeigt ein charakteristisches Gepräge: am längsten, bis in das Greisenalter hin, wachsen: die Haut, der Darm, die Lungen, die Gefäße mit dem Herzen — alle Organe, welche gewissermaßen die Oberfläche des Körpers repräsentieren: mittelst dieser Organe kommuniziert der Körper mit der Außenwelt, durch diese Organe wird die feste, flüssige und gasförmige (Sauerstoff) Nahrung dem Körper von außen her dargereicht. Weniger lang und zwar bloß bis zum 40.—50. Lebensjahre hin wächst die Muskulatur — ein Organ, welches am nächsten der Oberfläche, der Haut, anliegt. Noch früher, im 20. Lebensjahre ungefähr, hört das Skelett zu wachsen auf, ein Organ, welches nach innen von der Muskulatur liegt, von derselben umgeben ist. Am ehesten schließlich, in den ersten Lebensjahren, hört das Centralnervensystem zu wachsen auf, ein Organ, welches am weitesten entfernt von der Oberfläche liegt, indem es vom Skelett, von der Wirbelsäule und dem Schädel umgeben ist.

1) Altersursache, S. 142—143.

Das früh auftretende Leiden der Nervenzellen wurde durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt, indem an den Nervenzellen des Gehirns, Rückenmarks und der Spinalganglien sowohl des Menschen[1]) als der Wirbeltiere[2]) überhaupt eine mit dem Alter stärker ausgesprochene partielle Fettmetamorphose konstatiert werden konnte.

Das sind die Ergebnisse, welche aus den von mir gesammelten und ausgeführten Wägungen, Messungen und mikroskopischen Untersuchungen folgern. So kümmerlich die Zahlen noch sind, so zeigen sie unzweideutig, wie das Wachstum des Körpers vom physikalischen Wachstumsprinzip abhängt und von demselben geleitet wird. Diejenigen Körperteile, welche der Nahrung eher zugänglich sind, welche oberflächlicher liegen, wachsen ausgiebiger, die mehr nach innen liegenden Teile leiden an Nahrungsmangel, wachsen langsamer und haben eine kürzere Wachstumsperiode. Diese Schlüsse ziehe ich jetzt aus denselben Untersuchungsergebnissen, welche mir als Material zu meiner Alterstheorie vor einem Jahre dienten. Bei ihrer Darlegung teilte ich die Wägungs- und Messungszahlen mit, suchte auf verschiedene Weise den eigentümlichen Wachstumsverlauf der verschiedenen Organe zu erklären, benutzte dazu teilweise die von mir als Folgerung aus der physikalischen Alterstheorie aufgestellte Blastzellentheorie, teilweise die Verschiedenartigkeit der Gefäßernährung der Organe; ich sah aber damals noch nicht ein, dass das Untersuchungsmaterial sich so einfach, wie ich glaube es jetzt gezeigt zu haben, zur Bestätigung der Abhängigkeit des Wachstums der Teile von der Beziehung zur Körperoberfläche, verwenden lässt. Gerade eben diese Bestätigung der Theorie seitens ganz unabhängig von ihr gesammelten Thatsachen bürgt am besten für die Gültigkeit derselben und die Tragfähigkeit des Bodens, auf welchem sie ruht[3]).

---

1) M. Mühlmann. Weitere Untersuchungen über die Veränderungen der Nervenzellen in verschiedenem Alter. Arch. f. mikroskopische Anatomie. Bd. LVIII, Heft 1.

2) M. Mühlmann. Ueber die Veränderungen der Nervenzellen in verschiedenem Alter beim Meerschweinchen. Anat. Anz. Bd. XIX. 1901. Nr. 15.

3) Den Wachstumsverlauf der Niere, Milz und der kleineren Organe lasse ich unbesprochen, weil deren Beziehung zur Oberfläche nicht mit jener Klarheit hervortritt, wie die der erwähnten größeren Organe, und ich möchte nicht von zweifelhaften Dingen sprechen. Für die Erklärung des Wachstumsverlaufes dieser Organe gilt dasjenige, was ich in der Altersursache vorbrachte, die Ernährungsweise dieser Organe, soweit wir sie kennen. Der Gefäßverlauf geht ja der Oberflächenausdehnung des Organs parallel, und wenn wir denselben an allen Organen näher kennen werden, werden wir von der physikalischen Alterstheorie fordern, dass sie uns den Beweis liefere, dass der Gefäßverlauf im Einklang mit derselben steht, mit anderen Worten, dass oberflächliche Organe reicher mit Gefäße versorgt werden als innerlich liegende, und zwar in demselben Grade wie ihre Wachstumsdauer. Die zahlreichen Kollateralverbindungen der Ge-

Was hier am komplizierten Organismus des Menschen gezeigt wurde, ist vom einfachen, der Zelle, schon längst bekannt. Der normale Tod der Zelle besteht in der Teilung derselben. Die Teilung beginnt mit Auflösungserscheinungen im Kerne. Auch beim senilen Tod der Zelle werden pathologische Erscheinungen zuerst am Kerne beobachtet. Der Kern ist der meist centrale Teil der Zelle, der am entferntesten von der Oberfläche liegende. Hier, im Centralnervensystem der Zelle[1]), treten zuerst die Teilungs-, Reduktionserscheinungen auf. Die Naturgesetze sind eisern, wirken im großen wie im kleinen. [104]

J. Reynold's Green: Die Enzyme.

Ins Deutsche übertragen von Prof. Dr. Wilhelm Windisch. XII und 490 S., gr. 8, Berlin 1901. Paul Parey. Preis 16 Mk.

Windisch hat mit richtigem Blick den Wert des Green'schen Buches als Lehrbuch erkannt, und es muss dem Uebersetzer Dank gezollt werden, dass er dieses rein wissenschaftlich-didaktische Werk, welches in erster Linie geeignet erscheint, den Studierenden in das wichtige und schwierige Gebiet der Enzymologie einzuführen, weiteren beteiligten Kreisen zugänglich gemacht hat. Wir besitzen bis jetzt kein Werk, welches als Lehrbuch dem Green'schen an die Seite gestellt werden könnte, es füllt eine fühlbare Lücke nicht nur der Enzymologie und der mit diesem Fache verwandten Disziplinen der Gärungsindustrien aus, sondern es ist auch ein bisher vermisstes, wichtiges Hilfs- und Lehrbuch für den Physiologen und Biologen überhaupt, seitdem man erkannt hat, wie innig die ganze Lehre vom Stoffwechsel aller Lebewesen mit der Wirkung der Enzyme verknüpft ist.

Dass man von Green eine vollkommen sachliche Darstellung des abgehandelten Gebietes erwarten konnte, welche frei von allen müßigen Spekulationen die Bedeutung der bisherigen Forschungsergebnisse sorgfältig abwägend auf ihre allgemeine Bedeutung prüft, war selbstverständlich, da der Autor durch eine große Reihe eigener wertvoller Untersuchungen die Kenntnis der Lehre von den Enzymen gefördert und erweitert hat. Entsprechende Würdigung wird der allgemeinen Biologie in diesen Auseinandersetzungen zu teil, denn nur in steter Rücksichtnahme auf die Lebenserscheinungen der Zelle, insbesondere ihren Stoffwechsel, sind wir im stande, zu einer richtigen Auffassung der Wirkungsweise der Enzyme zu gelangen. Wenn auch mit der fortschreitenden Erforschung des Gebietes die Zahl der Fälle immer kleiner wird, wo wir eine direkte enzymatische Funktion des lebenden Protoplasmas annehmen müssen, so ist die Zahl der Fälle immer noch groß genug, wo es bis jetzt noch nicht

---

fäße machen es schwer, die Ernährung eines jeden Organs abzugrenzen. Das zweite Hindernis für eine derartige Untersuchung bildet die Verschiedenartigkeit des Blutdruckes an verschiedenen Körperstellen, welche uns wegen der Schwierigkeit der Untersuchung für die inneren Organe ganz unbekannt ist.

1) Altersursache, Kap. „Vererbung und Entwicklung".

gelungen ist, das wirksame Prinzip von der lebenden Zelle zu trennen. Aber selbst angenommen, es gelänge uns, mit der Zeit alle bisher aufgefundenen enzymatischen Wirkungen von der Zelle loszulösen, so könnten wir zu einer befriedigenden Erkenntnis der Lehre von den Enzymen die Bedeutung des Zellenlebens für die Entstehung der Enzyme unmöglich entbehren. Ohne eine solche könnten wir höchstens zu einer Vorstellung kommen, ob die Wirkung der Enzyme eine physikalische oder chemische ist und welcher Art im letzteren Falle die Reaktion ist. So wichtig auch diese Erkenntnis an sich sein mag, so ist sie doch nur eine Detailfrage des Gesamtgebietes, welches in letzter Linie ein biologisches ist und bleiben wird. Mit Recht hebt deshalb Green hervor, dass „beim Studium dieser verschiedenen Körper (Enzyme) und ihrer gegenseitigen Beziehungen ersichtlich wird, dass man seine Aufmerksamkeit den Lebenserscheinungen des Plasmas zuwenden muss, ebenso den Veränderungen, die in ihrer Substanz während ihrer Lebensäußerung zu Tage treten. Die Arbeiten der letzten Jahre haben auf die verschiedenen Vorgänge, die sich in den Zellen abspielen, helles Licht geworfen, und wir wissen jetzt, dass diese in der Hauptsache, wenn nicht ganz, von dem Verhalten der lebenden Substanz reguliert werden". Bei einer richtigen biologischen Betrachtungsweise fällt damit auch die früher mit großer Hartnäckigkeit aufrecht erhaltene Scheidung in organisierte und unorganisierte Fermente in nichts zusammen, denn der Unterschied ist, wie Green sich ausdrückt, nur ein Unterschied in der Differentiation des Organismus. „Sowohl die einzelligen als auch die mehrzelligen Organismen führen ihre Arbeit mit denselben Mitteln durch: entweder fermentative Thätigkeit des Protoplasmas oder Bildung und darauf folgende Ausscheidung von Enzymen. Das Studium der Gärungen (unter diesem Namen fasst Green alle fermentativen Prozesse zusammen) läuft daher in der Hauptsache auf eine Erforschung der zerstörenden oder abbauenden Kraft des Protoplasmas hinaus, die sich entweder direkt oder unter Zuhilfenahme von Enzymen entfaltet." Die von Sachs und Nägeli betonten Gründe zu einer Scheidung in geformte und ungeformte Fermente, welche eine völlig prinzipielle Verschiedenheit der beiden zum Ausdruck bringen sollten, erweisen sich nach den neueren Forschungen durchaus nicht als stichhaltig, denn es wurde ein Kriterium gewählt, das mit dem Wesen der Fermentprozesse gar nichts zu thun hat. Der Grund zu obiger Scheidung bestand für die beiden Forscher darin, dass die ungeformten Fermente, Enzyme genannt, die zu zersetzenden Stoffe in solche umwandeln, welche vom Organismus als Nährsubstanzen verwendet werden, während die Gärung durch Pilze (organisierte oder geformte Fermente) aus guten Nährstoffen solche produziert, die für ihre Ernährung immer ungeeigneter werden. Dieser Annahme widerspricht das Verhalten des Myrosin und Emulsin, welches bereits von Sachs als Ausnahme anerkannt wird, ebenso, wie die Wirkung der Urease, des Milchsäureenzyms (Hammarsten) und vor allem der Buchner'schen Zymase, sowie die Wirkung des Trypsins, welches beim protrahierten Verdauungsversuch Eiweiß in Leucin und Tyrosin umzuwandeln vermag. Damit muss diese Scheidung als endgültig widerlegte fallen gelassen werden. Die durch die sogenannten organisierten Fermente bewirkten Umsetzungen erscheinen nur dadurch eigenartig, dass der Umfang, in dem sie sich ab-

spielen, ein größerer und tiefgehenderer ist, und dass der Charakter mancher gebildeter Stoffe ein komplizierterer ist als bei den durch ungeformte Fermente hervorgerufenen Umwandlungen. Der letzte Punkt verliert nach Green seine Besonderheit, wenn man bedenkt, dass sehr verschiedene Fermentationen durch verschiedene Mikroorganismen nacheinander stattfinden können, oder dass es sich um die Wirkungen bis jetzt noch unbekannter Fermente handeln kann. Ebensowenig kann die Fähigkeit mancher Mikroben, mehr als eine Zersetzung hervorzurufen, als ein Grund zur Sonderstellung angesehen werden, denn diese erscheint als eine allgemeine biologische Eigenart des lebenden Protoplasmas, welches sich in seinen Stoffwechselvorgängen in hohem Grade den eben herrschenden Bedingungen, hier Nährmedien, anzupassen vermag. Nur eine solche Auffassung lässt uns die komplizierten Vorgänge der Fermentbildung und -ausscheidung verstehen.

Ueber die Konstitution der Fermente haben wir bislang nur Vermutungen, die darauf hindeuten, dass sie möglicherweise Eiweißsubstanzen sind, aber wir gewinnen damit nicht gar so viel, weil uns die chemische Konstitution der Eiweißkörper selbst noch unbekannt ist. Andererseits sprechen einige Faktoren gegen eine solche Annahme; z. B. führt Green seine sowie Brown und Morris' Versuche über die zerstörende Wirkung des Lichtes an. Wenn man derartige und andere Momente gegen die Eiweißnatur der Fermente ins Treffen führen will, so darf man nie vergessen, dass es sich hier um lebendes, aktives Eiweiß handeln würde, das sich aller Wahrscheinlichkeit nach ganz anders gegen äußere Einwirkungen verhält als totes Eiweiß. So lange wir über diesen Punkt noch nicht aufgeklärt sind, kann ein derartiger Gegenbeweis nicht in die Wagschale fallen. Man bedenke z. B. nur das verschiedene tinktorielle Verhalten der lebenden und toten Zelle, oder erinnere sich an die noch immer ungelöste Frage, warum der normale Magen sich nicht selbst verdaut u. a. m. Sehr wesentlich scheinen in dieser Frage die Beobachtungen Macallum's zu sein, der die Fermentabscheidung mit erkennbaren Veränderungen des Zellkernes in Zusammenhang bringen will, ja den Ausscheidungsprozess durch den Nucleus beginnen lässt. Ferner weist dieser Autor auch auf den innigen Zusammenhang zwischen Phosphor und Zymogen hin. Da nun die Analysen möglichst reiner Fermente nach Halliburton, Peckelharing, O'Sullivan und Tompson, Lintner einen auffallenden Phosphorgehalt ergaben, so scheint die Annahme dieser Autoren, dass die Fermente den Nucleoalbuminen zuzuzählen sind, oder wenigstens sehr nahestehen, nicht ungerechtfertigt, eine Anschauung, der sich auch Green mit einiger Reserve anschließt. Ferner zeigen die Fermente, wie viele tierischen Gewebe und Flüssigkeiten eigenartige oxydative Wirkungen, welche nach Spitzer sämtlich auch den Nucleoalbuminen zukommen. Nach all dem scheinen genaue morphologische und mikrochemische Untersuchungen der Fermentsekretionsvorgänge dringend nötig, da sie in erster Linie uns wichtige Aufschlüsse, wenn nicht die Entscheidung in dieser Frage versprechen.

Um zu einer befriedigenden Vorstellung über die Wirkungsart des Gärungsprozesses zu gelangen, kann uns die einfache Behauptung nicht genügen, dass die Gärung (Fermentation) mit dem Leben des Organismus verknüpft und eine Lebensäußerung sei. Wir müssen, wie

Green sagt, weiter gehen und die Natur des Prozesses erforschen, durch den er zur Erhaltung dieses Lebens beiträgt und am Stoffwechsel beteiligt ist. Die grundlegenden, genialen Arbeiten Emil Fischer's haben hier den Ausschlag gegeben. Mit Rücksicht auf die Fischer'schen Untersuchungen kommt Green zu folgender in der Hauptsache von Fischer selbst aufgestellten Theorie: „Die Enzyme sind wahrscheinlich nucleoalbuminartiger Natur, ebenso wie die wahren Eiweißstoffe optisch aktive Substanzen, und deswegen besitzen ihre Moleküle eine asymmetrische Struktur. Da die Untersuchungen zeigen, dass die Wirkung der Enzyme eine auswählende ist, so folgt daraus, dass die Substanzen, die sie unter geeigneten Versuchsbedingungen zu zersetzen vermögen, eine ihrer eigenen entsprechende Konfiguration besitzen müssen. Man kann annehmen, dass zwischen den beiden Molekülen eine ähnliche gegenseitige Beziehung besteht, wie zwischen Schlüssel und dem dazugehörigen Schlüsselloch." Trotzdem Fischer's Untersuchungen sich nur auf die Zucker spaltenden Enzyme beziehen, so scheint es doch möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass ein solches Verhalten auch bei den anderen Enzymen besteht. Es hat auch nicht an anderen geistreichen Erklärungsversuchen gefehlt, welche die Liebig'sche Vibrationstheorie der Moleküle ersetzen oder erweitern sollten, so die Berzelius'sche Kontaktwirkung auf Basis der von Schönbein zuerst erkannten Katalyse, die Armstrong'sche Theorie des elektrolytischen Austausches des Hydroxyles und die Theorie von de Jager und Arthus, welche den Enzymen die Materialität abspricht und in ihrer Wirkung bloß die Aeußerung physikalischer Kräfte, ähnlich dem Magnetismus, der Elektrizität u. s. w. erblicken will. Vorläufig müssen wir aber auf dem Standpunkt verharren, die Enzyme seien chemische Individuen, wenn wir nicht den festen Boden der Thatsachen verlieren wollen, um uns in unfruchtbare, nebelhafte Spekulationen zu verirren, denn alle Thatsachen deuten auf die Materialität der Enzyme hin, während vieles gegen die Immaterialität spricht. Nur unter Zugrundelegung dieser Annahme können wir einen weiteren erfolgverheißenden Ausbau dieses Forschungsgebietes erwarten, ob sich später die Frage der Materialität wird aufrecht erhalten lassen, fällt jetzt nicht so sehr ins Gewicht. Die großen Erfolge der Chemie zeigen uns, dass dieser Weg der richtige und erfolgreiche ist.

Beim Studium der durch die Enzyme bewirkten Umsetzungen muss es auffallen, dass eine außerordentlich kleine Menge Enzym genügt, um ein geradezu ungeheuer erscheinendes Vielfache seiner Menge zu zersetzen, ohne dass seine ursprüngliche Wirksamkeit vollständig erschöpft ist. Nach Buchner und Hüfner ist die Wirksamkeit der Enzyme dem Verhalten des Stickoxyds bei der Schwefelsäurefabrikation, oder der Schwefelsäure bei der Aetherfabrikation vergleichbar. Danach würde sich das Enzym mit dem Körper, auf den es einwirkt, verbinden mit oder ohne Entziehung oder Zuführung von Wasser. Die neue Verbindung zersetzt sich mit einem weiteren Molekül desselben Körpers unter Bildung des Endproduktes der Enzymeinwirkung, wobei das Enzym sich wieder regeneriert. Bei einem derartigen Kreisprozess tritt allmählich ein dynamisches Gleichgewicht ein, womit alle weiteren Umsetzungen aufhören. Zur vollständigen Zersetzung der ursprünglichen Substanz durch das Enzym müsste das Endprodukt der Reaktion stets entfernt

werden. Fermentationsversuche mit und ohne Dialysierröhren bestätigen eine solche Auffassung. Außerdem kann noch eine gewisse Umkehrbarkeit des Prozesses angenommen werden, wie bei der Aetherfabrikation, wenn man das Enzym anstatt auf das Ausgangsprodukt auf das Endprodukt der Umsetzung einwirken lässt. Green spricht den diesbezüglichen Untersuchungen von Croft Hill volle Beweiskraft zu, der durch Maltase die Glukose in Maltose zurückverwandelt haben will. Auch Sawjalow hat vor kurzem analoge Angaben bezüglich der Eiweissumwandlung veröffentlicht, indem er durch das Chymosin Peptone in Eiweiß zurückverwandelt haben will. Damit hat also Green in Uebereinstimmung mit den bereits genannten Autoren die Wirkung der Enzyme als eine verhältnismäßig einfache chemische Reaktion angesprochen, welche durchaus nicht vereinzelt dasteht, sondern mit anderen bereits gut gekannten Prozessen in voller Analogie sich befinden würde.

Was die Litteraturangaben anbelangt, so macht das Buch, wie bereits Windisch in seiner Vorrede hervorhebt, auf Vollständigkeit derselben keinen Anspruch. Dennoch könnte es den Anschein erwecken, als wäre die Auswahl der berücksichtigten englischen Arbeiten eine verhältnismäßig größere als jene der Deutschen. Um nur ein Beispiel zu nennen, werden im Abschnitt über Milchsäuregärung die Arbeiten Hueppes und seiner Schüler gar nicht erwähnt. Man kann ferner ganz im allgemeinen die Beobachtung machen, dass der botanischen Litteratur ein viel größerer Raum gewährt wurde als der tierphysiologischen, was wohl mit der speziellen wissenschaftlichen Stellung des Autors als Professor der Botanik (Trinity College Cambridge) zusammenhängen mag. Allerdings muss andererseits auch anerkannt werden, dass der botanische Teil der Enzymologie der größere und besser durchforschte ist. Trotzdem wird man doch immer fühlen, dass alle jene Kapitel, in welchen tierphysiologische Themata behandelt werden, nicht von einem Tierphysiologen, sondern einem Botaniker bearbeitet worden sind. Namentlich fallen in dieser Beziehung die knappen Angaben über den Bau der Drüsen, insbesondere der Speicheldrüsen, sowie die Bemerkungen über Drüseninnervation auf. Auch vermisst man bei den Erörterungen über Eiweißverdauung die Schilderung des typischen Schulversuches, ferner ist es nicht ganz zutreffend, dass beim Gad'schen Versuch der Spontanemulsion der Fette bei einem gewissen Fettsäuregehalte die Emulsion plötzlich und vollkommen entsteht. Sie geht immer allmählich, wenn auch mit verschiedener Geschwindigkeit von statten; niemals konnte Referent bei sehr zahlreichen derartigen Versuchen eine plötzliche blitzartige Emulsion des ganzen Fetttropfens beobachten, wenn derselbe vorsichtig auf die mit Sodalösung gefüllte Uhrschale gebracht wurde.

Diese kleinen Mängel können aber den großen Wert des Green'schen Buches durchaus nicht schmälern, so dass die eingangs hervorgehobene Bedeutung des Buches vollauf begründet erscheint.

Um zum Schlusse noch einen kurzen Ueberblick über die Gliederung und Anordnung des Stoffes zu geben, seien einfach die einzelnen Kapitelüberschriften mitgeteilt, aus denen sich im großen und ganzen ein Gesamtbild der behandelten Materie gewinnen lässt. Kapitel I. Die Natur der Gärung und ihre Beziehung zu den Enzymen, II. Diastase (Amylase Ptyalin), III. Tierische Diastase, IV. Darstellung der Diastase und ihre

Wirkungsweise, V. Bedingungen der Diastasewirkung, VI. Inulase, VII. Cytase und andere Cellulose lösende Enzyme, VIII.—IX. Zuckerspaltende Enzyme, X. Glukosid spaltende Enzyme, XI—XIII. Proteolytische Enzyme, Die Proteolyse, Pflanzliche Trypsine, XIV. Fettspaltende Enzyme, Lipase (Pialin, Steapsin), XV.—XVII. Die Gerinnungsenzyme, Lab, Thrombase (Thrombin), Das Fibrinferment, Pektase, XVIII. Ammonialkalische Gärung, XIX. Oxydasen oder oxydierende Enzyme, XX. Die alkoholische Gärung, XXI. Das Fermentationsvermögen des Protoplasmas, XXII. Die Ausscheidung der Enzyme, XXIII. Die Konstitution der Enzyme, XXIV. Die Wirkungsweise der Enzyme, Theorien der Gärung. Daran schließt sich ein reichhaltiges aber nicht vollständiges Litteraturverzeichnis nebst Index und Autorenregister. Was die buchhändlerische Ausstattung des Werkes anbelangt, so schließt sich dieselbe würdig dem gediegenen Inhalte an.

R. F. Fuchs (Erlangen). [100]

A. Rauber: Der Ueberschuss an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung.

220 S. mit 16 Textfiguren. Leipzig 1900. Arthur Georgi.

An dieser Stelle können wir entsprechend dem Zwecke dieses Centralblattes bloß einen kurzen Hinweis auf jenen Teil der Arbeit Rauber's geben, der sich mit der biologischen Seite des Themas im engeren Sinne befasst, während die sozialwissenschaftlichen und ethischen Betrachtungen des Autors, die geeignet erscheinen, die vielfachen Gegensätze zwischen Statistik und Volkswirtschaftslehre einerseits und biologischer Anschauungsweise andererseits auf das richtige Maß zurückzuführen, an anderer geeigneterer Stelle ihre entsprechende Würdigung finden müssen.

Der Autor geht von dem zunächst für Europa bestehenden Geschlechtsverhältnis von ungefähr 106 Knabengeburten auf 100 Mädchengeburten aus, welches sich im weiteren Verlaufe des Lebens zu einem beträchtlichen Weiberüberschuss umwandelt. Dieses Geschlechtsverhältnis, das auf einem seit langer Zeit pathologisch veränderten Boden sich entwickelt hat, kann nicht als das normale angesehen werden, über dessen Größe wir auf Grund der gegenwärtigen statistischen Daten keine Angaben zu machen im stande sind. Als einen Normalzustand betrachtet Rauber jenen, wo ein mäßiger Männerüberschuss auch in den späteren Lebensaltern bestehen bliebe, wo also die beiden Geschlechtsströme, welche in Form gleichschenkeliger Dreiecke dargestellt werden, sich nicht mehr schneiden, wie es unter den gegenwärtigen Verhältnissen der Fall ist, sondern sich allmählich nähern, um dann in geringer Entfernung (entsprechend dem kleinen Männerüberschuss) nahezu parallel zu verlaufen. Unsere gegenwärtige Statistik giebt uns kein annähernd richtiges Bild von dem thatsächlichen Ueberschuss an Knabengeburten, geschweige denn an Knabenkonzeptionen; dazu müsste man nicht nur die Todgeborenen bezüglich ihres Geschlechtes genau registrieren, was jetzt noch lange nicht in der nötigen Weise geschieht, es müssten vielmehr auch noch genaue Angaben über das Geschlecht der Fehlgeburten und Aborten gemacht werden, was bisher überhaupt nicht geschehen ist. Berücksichtigt man auch diese Verhältnisse, dann steigt die Knabenkonzeptionsgröße um ein Beträchtliches, da sich nach

den bisherigen Ermittelungen ein auffallend hoher Prozentsatz männlicher Tod-, Fehl- und Abortivgeburten ergiebt. Eine besondere statistische Stellung müssen bei richtiger Verzeichnung des Geschlechtsverhältnisses die Mehrgeburten einnehmen, von denen die eineiigen als ein Individuum anzusehen sind, denn sie sind durch Teilung einer Keimanlage entstanden. Gleich sorgfältige Angaben, wie sie bezüglich des Geschlechtsverhältnisses vom Menschen gefordert werden, müssten auch von Tieren gesammelt werden, wobei auf den Zustand der Domestikation und des Freilebens besonderes Augenmerk zu richten ist. Erst auf Grundlage aller dieser Daten können wir einen Einblick in die Ursachen der so bedeutenden Sterblichkeit männlicher Früchte und vielleicht auch der Geschlechtsbestimmung im allgemeinen gewinnen. Rauber glaubt mit Recht, der großen Sterblichkeit männlicher Früchte vor der Geburt eine besondere biologische Bedeutung beilegen zu müssen. Entgegen der vielfach vertretenen Anschauung, dass der männliche Organismus weniger widerstandsfähig sei als der weibliche, womit zahlreiche frühere Autoren die größere Sterblichkeit männlicher Foeten und Neugeborener erklären wollten, betont Rauber, dass eine solche Anschauung sich ganz und gar nicht mit den bekannten Beobachtungsthatsachen in Einklang bringen lasse, wonach die männlichen Früchte regelmäßig nach jeder Richtung hin stärker ausgebildet sind (Größe, Körpergewicht etc.). Ganz abgesehen von den Geburtshindernissen, welche bei größeren Früchten häufig vermehrt sind, die aber die größere intrauterine Sterblichkeit männlicher Foeten nicht zu erklären vermögen sieht Rauber die Hauptursache der größeren Sterblichkeit männlicher Früchte nicht etwa in einer ihnen eigentümlichen Lebensschwäche, sondern gerade im Gegenteil in einer gesteigerten Lebenskraft, deren Bedürfnisse von der Mutter schwerer zu befriedigen sind als die geringeren Ansprüche, welche der schwächlichere weibliche Foetus entsprechend seinem geringeren Stoffwechsel an die Mutter stellt. Freilich erklärt Rauber's Hypothese nicht ohne weiteres die größere Knabensterblichkeit der Neugeborenen und des frühen Kindesalters, wenn man nicht annehmen will, dass ähnliche Verhältnisse auch nach der Geburt weiterbestehen, dass also die Stoffwechselbedürfnisse des männlichen Kindes schwerer zu befriedigen seien als die des weiblichen. Für die Säugungsperiode muss ein derartiges Verhalten als leicht möglich, sogar wahrscheinlich zugegeben werden, so dass männliche Kinder entweder ungenügend ernährt werden oder früher künstliche Nahrung erhalten müssen, wodurch die Gefahren der intestinalen Erkrankungen für Knaben eher und damit in größerem Umfange drohen als bei Mädchen.

Sehr sorgfältig werden die bisherigen, sich nur allzu häufig widersprechenden Beobachtungen der verschiedenen Autoren über die Geschlechtsbestimmung gegeneinander abgewogen. Trotz der zahlreichen Untersuchungen hervorragender Forscher sind wir auf diesem schwierigen Gebiete der Biologie noch zu keiner Erkenntnis derjenigen Faktoren gelangt, welche besonders für die Geschlechtsbestimmung der höheren Tiere von Bedeutung sind, trotzdem bereits manche bemerkenswerte Beobachtungen aus dem Gebiete der Tierzucht und der experimentellen Forschung vorliegen. Mehr Einblick haben wir in die Geschlechtsbestimmung der niederen Pflanzen und Tiere durch die experimentellen Arbeiten verschiedener Forscher gewonnen (G. Klebs, H. Hoffmann, Prantl,

Goebel, Moritz Nusbaum, v. Erlanger, Korschelt, J. Rückert, V. Haecker, van Beneden, Rauber u. a.), zu denen Rauber eine wertvolle Reihe von Fragen hinzufügt, welche einer direkten experimentellen Inangriffnahme zugänglich sind. Rauber gelangt in Würdigung aller durch die bisherige Forschung ermittelten Thatsachen zu dem Schlusse, dass das Geschlecht des Menschen bereits ovarial bestimmt sein müsse. Er stimmt damit den von Pflüger durch Versuchen an Batrachiereiern gewonnenen Versuchsergebnissen zu. Eine solche ovariale Geschlechtsbestimmung findet sich auch bei verschiedenen Wirbellosen, z. B. Insekten, Rotatorien. Immerhin muss auch die geschlechtliche Bestimmtheit der ovarialen Eier der Vertebraten (einschließlich Mensch) wie bei vielen Wirbellosen als eine labile angesprochen werden, wobei eine frühzeitige Beeinflussung der Geschlechtsbestimmung durch die Ernährung einzig möglich wäre. Natürlich ist der Einfluss der Ernährung im Sinne Rauber's nicht mit jenem zu verwechseln, welchen Schenk's ominöse Theorie annimmt. Obwohl bei einzelnen Wirbellosen, z. B. Biene, *Hydatina senta*, die Befruchtung eine Aenderung der ursprünglichen ovariellen Geschlechtsbestimmung herbeiführt, so dass dieselbe nur als eine provisorische, labile angesehen werden muss, so scheint beim Menschen die Befruchtung keinen geschlechtsbestimmenden Einfluss auszuüben, dagegen scheint das Alter der Mutter entsprechend dem allgemeinen Ernährungszustande von Einfluss auf die Geschlechtsbestimmung der zur Reifung gebrachten Eier zu sein. Ob die ovarielle Geschlechtsbestimmung intrauterin eine Abänderung erfahren kann, lässt sich nach Rauber nicht als Unmöglichkeit erweisen, wenngleich bei den Säugern, einschließlich dem Menschen, zwingende Gründe zu einer solchen Annahme nicht vorliegen.

Wenn wir also eine willkürliche Geschlechtsbestimmung für den Menschen als ausgeschlossen erachten müssen, wie sollen wir uns dann die Konstanz des Knabenüberschusses erklären? Rauber erklärt diese Thatsache als eine Vererbungserscheinung, welche als nützliche Anpassung im Kampfe ums Dasein gezüchtet worden ist, weil alle Horden und Familien der Frühzeit des Menschengeschlechtes, welche einen größeren Knabenbestand hatten, jenen im Kampfe ums Dasein überlegen waren, bei denen die Mädchen prävalierten. Der Ueberschuss an Knaben ist somit eine physiologische Norm für den Menschen (beim Pferde, Schaf und anderen Tieren ist dagegen ein Ueberschuss an Weibchengeburten die Regel): dagegen muss die große Knabensterblichkeit als pathologisch angesehen werden, der mit Hilfe hygienischer und sozialer Maßnahmen entgegengewirkt werden kann, so dass sich das von Rauber als normal angenommene Verhalten der beiden Geschlechtsströme allmählich herstellt.

R. F. Fuchs (Erlangen). [103]

Alphabetisches Namen-Register.

Abelous 687.
Adolph 765.
Amaudrut 574.
Albrecht 97 fg., 129 fg.
Amberg 228.
Andrews 547.
Apáthy 111 fg., 370.
Archer 38.
Apstein 110, 228.
Aristoteles 406, 415
Arrianos, Flav. 443.
Arrhenius 312.
Asper 228.
Atems, Graf 341 fg.
Avenarius 565.

Babor 509.
Bachmann 193 fg., 225 fg.
Bachmetjew 672 fg.
Ballion 27.
Baur 438.
Bary, de 259, 433.
Bassenge 66.
Bateson 409.
Beer 24 fg.
Bemmelen, van 625, 775.
Beneden, van 835.
Beneke 656.
Benham 272.
Berg, van den 292.
Berg, O. 1 fg., 363.
Berneck, Müller v. 323.
Bert 82.
Berthold, 250, 389.
Beseler 293.
Bethe 23 fg., 111, 159, 370.
Beudant 678.
Biedermann 343 fg.
Bizzozero 176.
Blanc 144, 228.
Bonnet 585.
Borelli 781 fg.
Born 633.
Borodin 453.
Borzi 536.
Bouin 530.
Bourne 271.
Bouvier 571.
Brandt 681.
Brauer 255.
Braune 711 fg., 781 fg.
Bredig 323.
Brefeld 438.
Brehm 446.
Bretscher 538 fg.
Breuer 128.
Brieger 71.
Bronn 82.
Bronn-Leche 446.
Brown 830.
Buckle 355.
Buckmann 290.
Buffon 444.
Burckhardt 193, 223.
Burdach 498.
Bürger 424.
Bürkel 681.
Buscalioni 247.
Bütschli 38, 148 228, 371, 389, 420.
Buttel-Reepen, v. 23 fg.
Bykowski 18.

Calwer 176.
Camper 445 fg.
Camus 444.
Candolle, de 299 fg.
Cannon 82.
Canstatt 816.
Carlet 712, 795 fg.
Carlgren 468 fg.
Carnoy 393.
Carrière 290, 424
Carus 446.
Casey 696.
Cerfontaines 643.
Chmjelewsky 391.
Chodat 193.
Chun 62.
Claparède 9.
Claus 174.
Clautriau 33 fg.
Cohn, F. 379 fg.
Cole 549.
Collin 272.
Colucci 649.
Colyer 524.
Connheim 816 fg.
Correns 253, 305.
Corse 444.
Coste 773.
Couteur, Le 293.
Cronheim 320.
Cuvier 409, 445, 490.
Czapek 535.

Daffner 683.
Dahl 72, 391, 675.
Dall 575.
Dames 164.
Dangeard 436.
Danilewsky 40 fg., 686.
Darwin 72, 257 fg., 296, 355 fg., 380, 405 fg., 499, 539 fg , 556 fg.
Davenport 82.
Davis 442.
Deegener 416 fg., 621 fg.
Delage 72, 393, 690 fg.
Démange 816.
Derschau, v. 255.
Descartes 332, 597.
Dippel 247, 253.
Dixon 530.
Döderlein 443.
Dogiel 114.
Dörner 444.
Driesch 170, 403, 588.
Doflein 475.
Dougal 534.
Du Bois 33, 75, 126.
Du Bois - Reymond 98, 129 fg., 498, 706.
Duchenne 716.
Dujardin 206.
Dutrochet 369.
Dybowski 6 fg., 272, 305.

Edinger 27.
Eggeling 443 fg.
Ehlers 314, 364.
Ehrenberg 381.
Ehrlich 112, 386, 687.
Eidam 435.
Eimer 106 fg., 336 fg., 626, 658 fg., 770 fg.
Eisler 684.
Ekholm 361.
Emery 288, 514.
Engler 156.
Erlanger, v. 581, 835.
Errera 651.
Escherich 342, 416 fg., 623. 739 fg.
Euler 1 fg., 363.
Ewald 128.
Eyserth 32.

Fabres 774.
Fairchild 442.
Fauvel 697, 752.
Fichte 403.
Fickert 106 fg., 336 fg.
Fischel 656.
Fitzinger 509.
Fischer 66, 117, 252, 567 fg., 591 fg., 686, 711 fg., 780 fg.
Flechsig 128.
Fleischer 702.
Fleischmann 133 fg., 409, 689 fg.
Flemming 114, 250.
Foot 547.
Forel, A. 29, 704, 744.
Forsmann 646.
Forster 68.
Freytag, de 68.
Fricken, v. 176.
Friedenthal 497 fg.
Friedländer 5, 312 fg., 352 fg., 643.
Fuchs 32, 64, 72, 96, 128, 160, 188. 400, 592, 624, 688, 711 fg., 779 fg., 833.
Fürbringer 18, 341.

Galeotti 321.
Galton 142, 262.
Ganin 428.
Garten 159 fg.
Gasca, La 293.
Gaule 41.
Geer, de 176.
Gegenbaur 162, 443.
Genkin 19 fg.
Geoffroy 176.
Gerstäcker 174.
Gevaert 651.
Giard 271, 634.
Gideon, P. M. 293.
Giesenhagen 159.
Giebel 446.
Goethe 440, 492 fg., 551 fg.,
Göbel 35 fg., 156 fg., 835.
Golgi 116.
Goriaef 306.
Goriajeff 16.
Gosse 173.
Götte 144.
Göze 174.
Graber 174, 420, 523 fg.
Grassi 40, 278 fg.
Green, J. R. 828.
Griffths 773.
Groos 329 fg.
Grube 7, 307.
Gruber 148, 434.
Gruby 41.
Grünhagen 716.

Haase 625, 639.
Hagenmüller 510.
Haberlandt 34, 254, 369, 533.
Häckel 26, 72, 143, 170, 285, 392, 493, 705.
Häcker 18 fg.
Haller 581.
Hallet 290.
Halliburton 832.
Hamilton 787.
Hammarsten 829.
Hansemann 817.
Harless 781 fg.
Harper 435.
Hatschek 93.
Haustein 369, 383.
Hegel 585.
Heider 416, 622 fg.
Heinke 170.
Held 114, 371.
Helmholtz 403, 594 fg.
Hensen 38, 170, 539, 679.
Herbst 645.
Herder 496.
Hering 546.
Herrich-Schäffer 466.
Hertwig, R. 39.
Hertwig, O. 97 fg., 129 fg., 405 fg., 818.
Hescheler 569 fg., 642.
Heuscher 228.
Heymons 416.
Heynemann 505.

Hilaire, Geoffroy, St. 410, 490 fg.
Hilgendorf 165.
Hill 686.
Hirsch, H. H. 556.
His 112, 170, 486.
Hjort 71.
Hoche 111.
Hofmann 465 fg.
Hofmeister 391.
Hofmann 835.
Hoffmeister 539.
Hopkins 773.
Hottes 372, 530.
Hörnes 272.
Hudson 173.
Hume 408.
Hyatt 165.

Imhof 43 fg., 189 fg., 204, 255 fg., 459 fg., 735 fg.
Israel 322.
Jacobson 342.
Janse 250.
Javelle 250.
Jensen 92, 385.
Joest 633.
Jordan 259, 303.
Jouel 530.

Kalberloh 32.
Kalischer 493 fg.
Kant 31, 403, 597.
Kapp 528.
Karsch 176.
Kästner 683.
Kassowitz 816.
Kathariner 72 fg.
Kelly, Agnes 343
Kennel 272.
Kihlman 437.
Kirchhoff 410, 565.
Kirchner 233.
Klebs 250, 322, 835.
Klemm 322, 389.
Klene 704.
Klingmann 322.
Knauthe 1 fg., 319 fg., 363.
Kobelt 505.
Kobert 64.
Koch 68.
Kollmann 683.
Koninski 40 fg.
Korotneff 18, 305 fg.
Korschelt 144, 633, 835.
Kowalewski 387, 420.
Krämer 315, 365.
Kräpelin 174.
Krass 174.
Kromayer 656.
Kronecker 127.
Kruse 41.
Künkel d'Herculais 508, 778.
Kwietniewsky 473.

Labbé 149.
Lachner-Sandoval 68.
Ladenburg 5.
Lagerheim 435, 531.
Lamark 817 fg.
Lambert 68.
Landois 174.
Lang 578.
Langert 527, 684.
Lankester, Ray 581.
Lauterborn 38, 228.
Laveran 385.
Lecaillon 428.
Lèger 434.
Leibniz 410.
Leidy 38, 270.
Lemmermann 204.
Lendenfeld, von 182 fg., 366 fg.
Lenhossék 111.
Letourneux 510.
Leuckart 818.
Leunis 174.
Levy 656.
Leydig 81, 121, 370, 446, 643, 774.
Liebig 319.
Lindau 439.
Linden, von 625, 657 fg., 753 fg.
Linné 258 fg.
Lintner 832.
Loeb 146, 188, 568, 649.
Loew 33, 389.
Lubbock 29, 82.
Ludwig 499.
Lühe 285.
Lyonet 179, 211.

Macallum 832.
Mach 27, 564.
Magnus 250.
Mailfert 5.
Malthus 356.
Manchot 188.
Mann 118.
Märkel 678 fg.
Marenzeller, v. 12.
Marey 712, 795 fg.
Marsh 162.
Martens, v. 504.
Martin 126.
Maschka 583.
Massart 34.
Mayer, Semi 118.
Mayer, A. Goldsborough 312, 352 fg., 625.
Meigen 189.
Mendthal 272.
Mendel 305.
Mereschowsky 82.
Mesmin 704.
Mesnil 273, 432.
Metschnikow 815 fg.
Meyen 369.
Meyer, H. v. 712 fg., 781 fg.
Meyer, H. 517.
Michel 639.
Miehe 372, 530.
Miger 174 fg., 211.
Milaschewitsch 310.
Miller 166.
Milne-Edwards 446.
Millon 349.
Miltz 653.
Möbius 679.
Moërgestel, Marcel Bles seigneur de 444.
Mohl, v. 247.
Moll 257 fg., 289 fg.
Möller, A. 438.
Mönckeberg 121 fg., 370.
Mons, van 294.
Montègre, de 544.

Montgomery 389.
Morgan 648.
Morris 832.
Mottier 372, 530.
Mühlmann 814 fg.
Müller, O. F. 230, 272.
Müller, Fr. 290.
Müller, Joh. 445, 498, 816.
Müller, Erik 649.
Müller, H. 651.
Mulsant 174.
Murray 38.

Nagel 75, 210.
Nägeli 321 fg.
Nansen 370.
Naumann 339, 677.
Němec 371, 529 fg.
Neumayr 165.
Newton 415.
Nissl 111 fg.
Noë 278 fg.
Noll 532.
Nördlingen 176.
Nussbaum 6 fg., 269 fg., 310, 432, 835.

Oken 403.
Okunew 686.
Oltmanns 433.
Oppenheimer 685 fg.
Ostwald, Wolfg. 561 fg.
Ostwald, Wilh. 563 fg.
O'Sullivan 832.
Otto 446.
Owen 164, 446.

Patten 75.
Peckelharing 832.
Pelseneer 505, 578.
Penard 92, 144, 385.
Peringuey 745.
Perrault 448.
Perrier 414, 547.
Perry 773.
Perty 385.
Pettersson 5, 68.
Pfeffer 94, 250, 389, 529.
Pfitzner 684.
Pflüger 389, 835.
Pilsbry 503.
Pitard 228.
Plate 71 fg., 133 fg., 161 fg., 320, 409, 506, 569, 689 fg.
Plateau, 152, 174, 650.
Plato 387.
Pompilian 126 fg.
Potts 270.
Poulton 774.
Prantl 156, 834.
Preyer 672.
Pringsheim 247, 322 fg.
Prowazek 87 fg., 144 fg., 383 fg.

Quenstedt 166.
Quetelet 262.
Quincke 389.

Rabl 144.
Rabes 633 fg.
Rabito 428.
Rádl 75 fg., 401 fg., 490 fg., 550 fg., 605 fg.
Raschke 283.
Rättig 41.
Rauber 833 fg.
Rauschenplat 680.
Ravitz 75.
Rawitz 182.
Redtenbacher 765.
Reinke, Fr. 654 fg.
Reinke, J. 593 fg.
Reitter 702.
Rengel 173, 209 fg.
Reuleaux 513 fg.
Rhode 370.
Rhumbler 92, 148.
Ribaucourt, de 544.
Richer 733.
Rievel 639.
Rimpau 290.
Ris 255.
Rödel 673.
Roger 704.
Rörig 680.
Rosanow 252.
Rosen 379, 531.
Rosenthal, I. 287 fg.
Rosenthal, W. 111 fg.
Rostock 255.
Roux 72, 400 fg., 582 fg., 818.
Rubner 818.
Rückert 835.
Rupertsberger 704.

Sachs 369, 383, 405.
Sahlberg 705.
Sala 144.
Salvadori 681.
Sandberger 165.
Sarazin 506.
Sawjalow 686.
Schäffer 625.
Schaffner 809.
Schaudinn 285.
Schelling 403.
Schenk 835.
Schiller 330.
Schimper 391.
Schiner 189.
Schmeil 155.
Schmidt 343.
Schmidt-Nielsen, Sigval 65 fg.
Schmidt-Schwedt 175, 212
Schmitt 710.
Schmitz 250, 391.
Schönichen 32.
Schopenhauer 406.
Schreber 445.
Schröter 38, 193, 228.
Schulz, N. 682.
Schultz 639.
Schütt 38, 230.
Schwartze 428.
Sedgwick, Minot 486.
Seeliger 624.
Selenka 484 fg.
Seligo 247.
Semenkevitsch 306.
Semon 171.
Semper 170.
Sharp 752.
Shaw 444.
Sheriff, Patrick 293.
Siebold 446.
Simroth 503.
Sondheim 317 fg.

Spalanzani 648.
Spengel 313.
Spencer, H. 320, 818.
Spinoza 406.
Spitzer 832.
Spuler 465 fg., 592, 765 fg.
Stadler 68.
Stahl 438.
Standfuß 591, 682.
Stannius 446.
Stein 204.
Steinach 120.
Steiner 125 fg.
Steinmann 167.
Stevens 433.
Strabon 443.
Straßburger 247, 372, 529.
Strassen, zur 144.
Strauß-Durckheim 174.
Strodtmann 38.
Strumpf 254.
Sturary 509.
Sukatscheff 306.
Sutherland 171.
Swamerdamm 523.
Swartschewsky 306.
Swingle 531.
Szymonowicz 223 fg.

Tangl 369.
Tarchanoff 126, 815 fg.
Taschenberg 174, 214.
Täuber 505.
Tavel 442.
Ternetz 387.
Teulon, Giraud 733.
Thaxter 438.
Theile 820 fg.
Thiele 274, 581.
Thilenius 360.
Thilo 515 fg.
Thomann 744.
Thurston 528.
Tischler 247 fg., 438.
Tischutkin 33.
Tompson 832.
Tönniges 582.
Tournefort 258 fg.
Trips 106 fg.
Trow 442.
Tümpel 255.

Uexküll 23 fg.
Urech 625 fg., 773.

Vanatta 503.
Vangel 174.
Verril 470.
Verworn 111 fg., 148, 370, 385, 403, 741, 815 fg.
Viallanes 30.
Vicq d'Azyr 585.
Vierordt 712.
Vilmorin, Lévèque de 290.
Virchow 552.
Vöchting 635 fg.
Voeltzkow 428.
Vogt 444.
Voigt 36 fg.
Vries, de 257 fg., 290, 322, 391, 693.

Wager 433.
Wagner 445.
Wagner, von 639.
Waldeyer 112.
Walkhoff 582.
Wallace 142.
Walter-Lankwitz 319.
Wasmann 23 fg., 142, 156, 175 fg., 391 fg., 675 fg., 689 fg., 737 fg.
Weber 712 fg.
Wehmer 68.
Weiss 178.
Weismann 72, 76 fg., 212, 586, 673, 815 fg.
Werner 509.
Wesenberg 381.
Westermeier 158.
Wettstein, v. 155.
Wetzel 633.
Wheeler 424, 711.
Wiener 107.
Wiesner 248, 801 fg.
Wilson 444.
Windisch 828.
Winkler 384.
Witlaczil 428.
Witt 386.
Wolff, M. 170, 278 fg, 400, 649.
Wöhler 567.
Woodward 571.
Woronin 453.
Wundt 27.

Yolgi 112.

Zacharias 37, 109 fg., 176 206, 380, 381 fg., 431 fg., 455 fg.
Ziegler, H. E. 19, 25, 332 fg., 799 fg.
Zimmermann, 255, 531.
Zittel 691.
Zoektout 188.
Zoja 144.
Zschokke 220 fg.
Zuntz 2, 319.
Zykoff 269.

Alphabetisches Sachregister.

Actinarien, Brutpflege der A. 468.
Alter und Wachstum 814 fg.
Ameisen, Gesichtswahrnehmungen der A. 29.
Amikalselektion 739.
Anabiose, Lage des anabiotischen Zustandes auf der Temperaturkurve der wechselwarmen Tiere 672 fg.
Analogieschluss, Anwendung des A. zur Erforschung phychischer Vorgänge 24 fg.
Anpassungscharaktere, hohe biologische Bedeutung scheinbar geringfügiger A. 695 fg.
Anpassungsnotwendigkeit 738 fg.
Anthropomorphen, Unterkiefer der A. 583 fg.
Anuraea cochlearis, der Formenkreis bei *A.* 172 fg.
Aquariendeckel 366 fg.
Archegoniaten, Organographie der A. 156 fg.
Arten, in der Stammesentwicklung begriffene A. 689 fg.
Arthropoden, Phototropismus der A. 75 fg., Färbung und Zeichnung 341 fg.
Asterionella gracillima, Gallerthaut bei *A.* und ihre Beziehung zur Gallerte der Forminiferen, Heliozoen und Radiolarien 36 fg.
Autoxydation 188 fg

Baikalsee, Fauna des B. 6 fg., 305 fg.
Bakterien, Biologie der marinen B. 65 fg.
Batrachier, *Trypanosoma sanguinis* bei B. 40 fg.
Begabung, psychische B. der Ameisen und höheren Tiere 23.
Biologie oder Ethologie? 381 fg., logische Prinzipien der B. 404 fg.
Biologische Vorgänge, Einfluss kosmischer Einflüsse auf B. 312 fg., 352 fg.
Blüten, Stellung der B. zum Lichte 801 fg.
Blutparasiten 40 fg.
Bryopsis plumosa, Transplantations- und Protoplasmastudien an *B.* 383 fg.

Calciumkarbonat, Abscheidung des C. als Skelettsubstanz 343 fg.
Cellulose, Bildung der C. 247 fg.
Centralnervensystem, Funktionen des C. und ihre Phylogenese 125 fg.
Cicaden, Bau der C. 735 fg.
Cladocerenauge, Bewegungen des C. 75 fg., Orientierung der Cl. im Lichtfeld 81 fg.
Crustaceenpanzer, Zustand des Kalkes im C. 343 fg.
Cytologie 393. Einteilung in Cytomorphologie, Cytogenie, Cytophysiologie, Cytobiologie 398.

Darwinismus 257 fg., 312 fg., 352 fg., 556 fg., 689 fg.
Denkorgane, Entdeckung der D. 26.
Descendenzlehre 133 fg., 161 fg.
Diaptomus, Augenbewegungen bei D. 80 fg.
Diatomeen, Gallerthaut bei D. 36 fg.

Dybowscella baicalensis, ein Süßwasserpolychaet 6 fg., *D. Godlewskii* 17 fg., 269 fg.

Eiweißstoff, Krystallisation von E. und ihre Bedeutung für die Eiweißchemie 682 fg.
Elephant, Schläfendrüse des E. 443 fg.
Energiegesetz, nicht die einzig mögliche Form des Kausalgesetzes in der Natur 26.
Enzyme 828 fg.
Ethologie oder Biologie? 391 fg., Experiment und Statistik in der E. 675 fg.

Fauna lacuum 463 fg.
Fermente und ihre Wirkungen 685 fg.
Fibrillensystem und Reizleitung 373 fg.
Fische, Einfluss der Elektrizität auf F. 5.
Flimmerzellen, Wirkung der Neutralsalze auf F. 19 fg., als physiologisches Reagens für Tonicitätsbestimmung 20.
Forschungsmethoden, Embryologische 683.

Gallerte 36 fg.
Gang des Menschen 711 fg., 779 fg.
Gewässer, Einfluss der Elektrizität auf den Sauerstoffgehalt der G. 1 fg.

Hochgebirgsseen, Tierwelt der H. 220 fg.
Hyaloplasma als Leitungsbahn 370 fg.
Hydrophilus piceus, Biologie des *H.* 173 fg., 209 fg., 621 fg.

Insekten, Entwicklung des Beihirns der I. 30, Ocelli der I. 189 fg., 459 fg., Entoderm der I. 416 fg., Flügelzeichnung der I. 625 fg., 657 fg., Beziehungen zwischen I. und Blumen 650 fg., Flügelzeichnung 735 fg., Morpholog. und physiol. Ursachen 765 fg.
Instinkte, Wesen der I. 598 fg.

Karpfenzucht 319 fg.
Kausalität, als ein logisches Prinzip der Biologie 404 fg.
Keimblätterlehre 416 fg., Unzulänglichkeit der Keimblättertheorie 429.
Kinematik im Tierreich 513 fg.
Kinoplasma, Bildung der Cellulose mit Hilfe des K. 249, K. und Reizleitung 372 fg.
Knabengeburten, biologische Bedeutung des Ueberschusses an K. 831 fg.
Kohlehydrate, Zuleitung der K. durch das Pflanzenplasma 253 fg.
Korrelation, Bedeutung des Prinzips der K. in der Biologie 401 fg., 489 fg., 550 fg., 585 fg., 605 fg.
Kräfte, Ueber die in den Organismen wirksamen K. 593 fg.
Lautsprache der Honigbiene 24.
Leben, Problem des L. 99 fg., Erklärung des L. 561 fg.
Lebensformen, einfache L. des Tier- und Pflanzenreiches 32.
Libellenlarven, Wahrnehmungsvermögen einer L. 317 fg.
Lumbriciden, Transplantationsversuche an L. 633 fg.

Malaria, Lebensweise des Zwischenwirtes der M. 278 fg.
Mechanismus, Ueberwindung des M. in der Biologie 97 fg., 129 fg.
Mensch, Gang des M. 711 fg., Unterkiefer des M. und der Anthropomorphen 583 fg.
Metameren, Lokomobilität der M. 127.
Mikroflora der Schilfstengel im Plöner See 799 fg.
Modifikationsvermögen, Begriff des M. 23.
Mollusken, Lebenskraft der M. in großen Tiefen 55, Bedeutung der M. für vergleichend-anatomische und phylogenetische Studien 569 fg.
Molluskenschale, phyletische Entstehung und Formentwicklung der M. 274.
Moschuspilz, planktonisches Vorkommen des M. 431 fg.
Mutationstheorie 257 fg., 289 fg.
Myrmekophilien, Entwicklung der M. 689 fg., 737 fg.

Nacktschneckenbildung, Abhängigkeit der N. vom Klima 503 fg.

Nährlösungen, bakteriologische Verhältnisse in kochsalzgesättigten N. 68 fg.
Naturerscheinungen, Erklärung von N. 561 fg.
Naturalselektion 739 fg.
Nepenthes, Verdauung von N. 33 fg.
Nervenphysiologie und Tierphysiologie 23 fg.
Neuronlehre, gegenwärtiger Stand der N. 111 fg.

Odonata, Antennen der *O.* 255 fg.
Oekologie 373 fg.
Oenothera Lamarckiana, Mutation bei *O.* 297 fg.
Ontogenese der Schmetterlingszeichnung 627 fg.
Organismus, Begriff des O. 563 fg.
Oxydation, freiwillige O. 188 fg.
Ozon, katalytische Beeinflussung biologisch-chemischer Prozesse durch O. 6.

Palolo, atlantischer P. 312 fg., 352 fg.
Parallelismus der psychischen und physiologischen Vorgänge 27, 603 fg.
Pflanzen, Einfluss der Elektrizität auf P. 3, Organographie der P. 156 fg., Reizleitung im Pflanzenreich 369 fg., Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den P. 529 fg.
Phototropismus bei Arthropoden 75 fg.
Physiologie, Stellung der P. innerhalb des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften 497 fg.
Pilze, Sexualität der P. 433 fg.
Planktonten 204 fg.
Planktonuntersuchungen im Großteiche bei Hirschberg 182 fg.
Plasmaverbindungen als Reizleitungsbahnen 370 fg.
Plasmolyse 322 fg.
Plasmoschise 322 fg.
Pleurotomaria, die Gattung P. 569 fg.
Polychaeten im Süßwasser 6 fg.
Primaten, Gleichartigkeit der Embryonalformen bei P. 484 fg.
Protocerebrum der Hymenopteren 30.
Protoplasmaphysiologie 87 fg., 144 fg., Struktur 151 fg., 383 fg.
Protozoen bei Wassermangel und beim Absterben 149 fg.
Psychologie, Notwendigkeit des Analogieschlusses in der vergleichenden P. 27, nervenphysiologische Grundlage der psychischen Prozesse 30.

Reflexmaschinen 23 fg.
Regeneration bei Algen 144 fg.
Regenwürmer, Biologie der R. 538 fg.
Rotatorien, Variabilität bei R. 172 fg.

Samenpflanzen, Organographie der S. 156 fg.
Sauerstoffaktivierung 188 fg.
Schwebeflora der Schweizerseen 193 fg., 225 fg.
Schwimmvögel, Artbildung und Verwandtschaft bei den S. auf Grund der Zeichnung 336 fg.
Selektionsprinzip, Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen S. 71 fg.
Siebröhren der Pflanzen als materielle Verbindungswege 369.
Sinneswahrnehmungen, Analyse der S 26 fg.
Skelett 684 fg.
Spiele der Tiere 329 fg.
Stammesentwicklung 689 fg., 737 fg.
Stegodyphus lineatus, Brutpflege von *S.* 72 fg.
Stiltypus 162.
Süßwasser, Polychaeten im S 6 fg.
Süßwasserplankton, Komposition des S. 109 fg., Synchaeten im S. 381 fg.
Symphilie, Wesen der S. 689 fg., 737 fg.
Synchaeteneier, flottierende 109 fg., 381 fg.

Tabak, Kultur und Biologie 95 fg.
Tabellaria fenestrata, var. *asterionelloides*, Gallerthaut von *T.* und ihre Beziehung zur Gallerte der Foraminiferen, Helizoen und Radiolarien 36 fg.
Teleologie als ein logisches Prinzip der Biologie 404 fg.
Termitophilie 689 fg., 737 fg.

Tiere, ethische Gefühle der T. 27.
Tierpsychologie und Nervenphysiologie 23 fg.
Tierreich, Kinematik im T. 513 fg.
Tonicitätsbestimmung einer Substanz durch lebende Flimmerzellen 19 fg.
Trophoplasma, Rolle des T. bei Bildung der Cellulose 247 fg.
Trypanosoma sanguinis 40 fg.

Variabilität meist nur innerhalb der Artgrenzen 690 fg.
Vererbung erworbener Eigenschaften 591 fg.
Vitalismus 133.
Vögel, anatomische und biologische Grundlagen des Ganges der V. 18 fg.

Wachstum 814 fg.
Waldhühner, Zeichnung und Färbung der W. in ihrer Bedeutung für Phylogenie und Systematik 106 fg.
Wassermolluskenfauna der Schweizerseen 43 fg.
Wasserschichten, Verbreitung der Bakterien in den oberen W. 65 fg.

Zellen, Vivisektions-, Regenerations-Transplantationsversuche an Z. 87 fg., Wesen der Z. 131, Wirkung kolloidaler und elektrolytisch dissoziierter Metalllösungen auf die Z. 321 fg.
Zellkern, Beteiligung des Z. bei der Cellulosebildung 247 fg.
Zellplasma 22, Verhalten gegenüber Chemikalien 146 fg.
Zitterrochen, Physiologie der elektrischen Organe des Z. 159 fg.
Zweckmäßigkeit, organische 356 fg
Zymase, Abscheidung bei Nepenthes 35, Wesen derselben 36.

MBL/WHOI LIBRARY
WH 188Y E

405